

## Methods of joining metal components and resulting articles particularly automotive torque converter assemblies

Publication number: JP10505538 (T)

Publication date: 1998-06-02

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- International:

*F16H41/28; B01J2/00; B01J19/12; B01J37/34; B05D7/24; B22F9/14; B22F9/30; B23K23/00; B23K26/14; B23K35/02; B23K35/24; B23K35/34; B23K35/40; C01B13/18; C01B21/064; C01B21/076; C01B31/30; C01B33/18; C01F5/02; C01F5/06; C01F7/30; C01F7/44; C01F11/02; C01F17/00; C01G23/04; C01G49/00; C04B2/10; B23K26/00; F16H41/00; B01J2/00; B01J19/12; B01J37/00; B05D7/24; B22F9/02; B22F9/16; B23K23/00; B23K26/14; B23K35/00; B23K35/02; B23K35/24; B23K35/34; C01B13/18; C01B21/00; C01B31/00; C01B33/00; C01F5/00; C01F7/00; C01F11/00; C01F17/00; C01G23/00; C01G49/00; C04B2/00; B23K26/00; (IPC1-7): B01J2/00; B01J19/12; B05D7/24; B22F9/14; B23K35/40; C01B21/064; C01B21/076; C01B31/30; C01B33/18; C01F5/02; C01F7/30; C01F11/02; C01F17/00; C01G23/04; C01G49/00; F16H41/28*

- European:

*C04B2/10; B01J2/00; B01J37/34D; B22F9/30; B23K23/00; B23K26/20; B23K35/02D5; B23K35/02D5P; B23K35/24; B23K35/34; C01B13/18; C01F5/06; C01F7/30; C01F7/44; Y01N6/00*

Application number: JP19950508869T 19950825

Priority number(s): WO1995US10815 19950825; US19940296550 19940825; US19940297986 19940830; US19940366782 19941230

Also published as

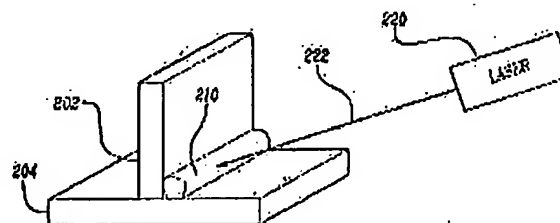
US5902498 (A);  
WO9606700 (A2);  
WO9606700 (A3);  
EP0777650 (A2);  
EP0777650 (A4);

D1

Abstract not available for JP 10505538 (T)

Abstract of corresponding document: US 5902498 (A)

Thermal stresses normally associated with joining are alleviated by a low temperature joining technique of the present invention. A low-temperature joining material is applied (as a paste, or as a powder spray, or as a tape, or as a paint, or as a putty) at the junction of two components desired to be joined together. Energy from a source such as a laser beam (for example an Nd:YAG or a CO2 laser) or by a flame, arc, plasma, or the like, is either "walked" along the joining material to react the entire amount of joining material, or the joining material is self-sustaining and simply requires igniting a selected portion of the joining material by the energy source. In an exemplary application of the process, vanes are brazed to the bowl and/or to the shroud of an automatic transmission bowl (impeller or turbine) assembly, preferably using the low-temperature joining material.; Systems for delivering the joining material and the energy are described. The fabrication of hollow vanes is described. The fabrication of shroudless bowl components and stator components subsuming the function of the shroud are described.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平10-505538

(43)公表日 平成10年(1998)6月2日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
B 0 1 J 2/00		B 0 1 J 2/00
19/12		19/12 H
B 0 5 D 7/24	3 0 1	B 0 5 D 7/24 3 0 1 Z
B 2 2 F 9/14		B 2 2 F 9/14 Z
B 2 3 K 35/40	3 4 0	B 2 3 K 35/40 3 4 0 F

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 85 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-508869  
 (86)(22)出願日 平成7年(1995)8月25日  
 (85)翻訳文提出日 平成9年(1997)2月25日  
 (86)国際出願番号 PCT/US95/10815  
 (87)国際公開番号 WO96/06700  
 (87)国際公開日 平成8年(1996)3月7日  
 (31)優先権主張番号 08/296,550  
 (32)優先日 1894年8月25日  
 (33)優先権主張国 米国 (US)  
 (31)優先権主張番号 08/297,986  
 (32)優先日 1994年8月30日  
 (33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 キューキューシー、インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 48126 ミシガン州、デ  
 ィアボーン、フォード ロード 12825  
 (72)発明者 リウ、シェングズホング  
 アメリカ合衆国48127 ミシガン州ディア  
 ボーン ハイツ、ダブリュ、ウォーレン  
 23714-3  
 (72)発明者 ミストリイ、ブラビン  
 アメリカ合衆国48318 ミシガン州シェル  
 バイ タウンシップ、24 マイル ロード  
 3410  
 (74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

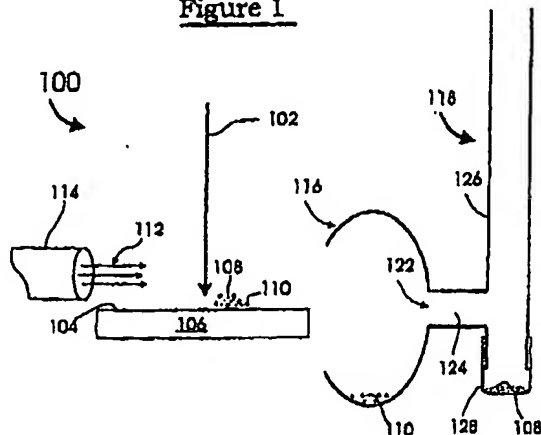
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ナノ規模の粒子およびその用途

## (57)【要約】

ナノスケール粒子及び粉末は、大きなサイズのスタート粒子及び固体ターゲットを含むスターティング原料から作られる。レーザーと電気アークと火炎とプラズマとから構成されるグループから選択されるエネルギー源でスターティング原料を加熱と分解することを全てほぼ含む様々な技術が開示されている。ここに開示される様々な技術はすべて、高いスループットと、多様な応用の為のナノスケール粉末のほぼ瞬間的な製造速度とを示している。実施例のある物において、ナノスケール粒子の大きい(非ナノスケール)粒子への塊状集積を防止するために冷却が必要とされる。ナノスケール粒子は、ペイント、コーティング、結合、接合、ハンダ付け、ロウ付け、溶接等に有用である。例えば、結合(例えば、ロウ付け)に通常伴う熱応力は、本発明の低温結合技術により、低減され得る。低温結合材料は、(ペーストとして、或いは粉末スプレーとして、或いはテープとして、或いはペイントとして、或いはパテとして)共に結合されることが望まれる二つの要素の結合部に供給される。レーザー光線(例えば、Nd:YAG或いは二酸化炭素

Figure 1



## 【特許請求の範囲】

1. 開始材料からナノスケールの粉体を製造する方法であって、該方法は、  
レーザーエネルギー、アーク、フレイムもしくはプラズマからなる群から選定されるエネルギー源を使用して開始材料を比較的小さいナノスケール粒子へ分解するステップを含み、前記エネルギー源によりソース材料が分解される粉体製造方法。
2. 請求項1記載の方法であって、  
開始材料は表面を有するターゲットであり、  
エネルギー源はターゲットの表面へ向けられるレーザーでありターゲットをアブレートするのに十分なエネルギーを有する粉体製造方法。
3. 請求項2記載の方法であって、  
ターゲットは炭酸塩、水酸化物、塩、酸化物、金属、硫酸塩、塩化物、炭化物、ホウ化物、窒化物、錯体、化合物、複合体、およびそれらの混合物からなる群から選定される粉体製造方法。
4. 請求項2記載の方法であって、  
ターゲットは炭酸カルシウムにより形成され、ナノスケール粉体は酸化カルシウムである粉体製造方法。
5. 請求項2記載の方法であって、  
ターゲットは水酸化アルミニウムにより形成され、ナノスケール粉体は酸化アルミニウムである粉体製造方法。
6. 請求項2記載の方法であって、  
ターゲットはマグネシウム化合物により形成され、ナノスケール粉体は酸化マグネシウムである粉体製造方法。
7. 請求項2記載の方法であって、  
ターゲットは金属、合金もしくは混合物により形成される粉体製造方法。
8. 請求項7記載の方法であって、  
金属は金、銅および亜鉛、および他の金属からなる群から選定される粉体製造方法。
9. 請求項2記載の方法であって、該方法はさらに、

アプレートしながらターゲットの表面を横切して反応ガスを流すステップを含む粉体製造方法。

10. 請求項2記載の方法であって、該方法はさらに、

ターゲットの表面を横切してキャリアガスを流しアプレートされた材料をターゲットの表面から運ぶステップと、

アプレートされた材料内の比較的大きい粒子をアプレートされた材料内の比較的小さいナノスケール粉体から分離するステップとを含む粉体製造方法。

11. 請求項1記載の方法であって、該方法はさらに、

ナノスケール粉体を冷却してアグロメレーションを防止するステップを含む粉体製造方法。

12. 請求項1記載の方法であって、

開始材料は比較的大きい粒子であり、

エネルギー源は比較的大きい粒子を介して放電されるアークであり比較的大きい粒子を分解するのに十分なエネルギーを有する粉体製造方法。

13. 請求項12記載の方法であって、該方法はさらに、

導電性コンベアベルトにより画定される経路に沿って比較的大きい粒子を運ぶステップを含み、前記導電性コンベアベルトは火花ギャップの2つの電極の一方として作用する粉体製造方法。

14. 請求項12記載の方法であって、該方法はさらに、

第1の導電性コンベアベルトにより画定される経路に沿って比較的大きい粒子を第1の導電性コンベアベルトと第2の導電性コンベアベルト間の間隙内で運ぶステップを含み、前記第1および第2の導電性コンベアベルトは火花ギャップの2つの電極として作用する粉体製造方法。

15. 請求項1記載の方法であって、ソース材料は比較的大きい粒子であり、該方法はさらに、

チップを有するノズル内へ比較的大きい粒子を運ぶステップと、

比較的大きい粒子をナノスケール粉体へ分解するのに十分な温度であるフレームをノズルのチップに存在するようにするステップと、

ナノスケール粉体を収集するステップとを含む粉体製造方法。

16. 請求項1記載の方法であって、ソース材料は比較的大きい粒子であり、該方法はさらに、

チップを有するノズル内へ比較的大きい粒子を選ぶステップと、

比較的大きい粒子をナノスケール粉体へ分解するのに十分な温度であるプラズマをノズルのチップに存在するようにするステップと、

ナノスケール粉体を収集するステップとを含む粉体製造方法。

17. 請求項16記載の方法であって、該方法はさらに、

伝熱媒体をチップに導入するステップを含む粉体製造方法。

18. 請求項16記載の方法であって、

プラズマはアーク、レーザー、マイクロ波、RF、フィラメント、X線および中性子からなる群から選定されるエネルギー源により生じる粉体製造方法。

19. ナノスケール粒子の製造方法であって、該方法は、

開始材料を分解するエネルギー源およびナノスケール粒子を捕捉する冷却材機構を使用して前記開始材料を前記ナノスケール粒子へ分解するステップを含むナノスケール粒子製造方法。

20. 塗装、コーティング、接着、固着、ろう付け、はんだ付けおよび溶接からなる群から選定される応用に使用する、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{VO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{TiN}$ および他の窒素化物、ホウ化物、 $\text{ZnS}$ および他の硫化物、水酸化物、 $\text{SiC}$ 、 $\text{WC}$ および他の炭化物からなる群から選定されるナノスケール粒子の製造方法であって、該方法は、

前記材料を分解するエネルギー源を使用して開始材料をナノスケール粒子へ分解し、ナノスケール粒子がアグロメレートする傾向がある場合には、冷却材機構を利用して前記ナノスケール粒子を捕捉するステップを含むナノスケール粒子製造方法。

21. 自給式接着剤であって、

重量的に少なくとも一部発熱材料のナノスケールサイズ粒子により構成される接着剤。

22. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

発熱材料はアルミニウムである接着剤。

23. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

発熱材料はマグネシウムである接着剤。

24. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

接着剤はアルミニウムおよびマグネシウムのナノスケールサイズ粒子を含む接着剤。

25. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

ナノスケール粒度のマグネシウムを18%を含む接着剤。

26. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

ナノスケール粒度のアルミニウムを15%を含む接着剤。

27. 請求項21記載の自給式接着剤であって、

下記の粒度の下記の材料を下記の量だけ含む接着剤、

2%セリウム ( $< 1 \mu\text{m}$ ) ; 3%ホウ素 ( $< 1 \mu\text{m}$ ) ; 5%クロム ( $< 1 \mu\text{m}$ ) ;  
12%ニッケル ( $< 1 \mu\text{m}$ ) ; 18%マグネシウム ( $< 1 \mu\text{m}$ ) ; 15%アルミニウム (ナノスケール) ; 2%スズ ( $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ) ; 5%亜鉛 ( $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ) ;  
20%銅 ( $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ) ; および18%銀 ( $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ) 。

28. 金、カドミウム、銅、亜鉛、スズ、鉛、銀、シリコン、クロム、コバルト、アンチモニ、ビスマス、アルミニウム、鉄、マグネシウム、窒素、炭素、ホウ素、およびこれらの材料の合金および複合体からなる群から選定されるナノスケールサイズの粒子により構成される接着剤。

29. 部品を互いに接着する方法であって、該方法は、

1個の部品をもう1個の部品に隣接配置するステップと、

一方および他方の部品間の少なくとも1つの接合部に接着剤を塗布するステップと、

接着剤へエネルギー源を向けるステップとからなる部品の接着方法。

30. 請求項29記載の方法であって、

接着剤は自給式である部品の接着方法。

31. 請求項29記載の方法であって、

エネルギー源はレーザーである部品の接着方法。

32. 請求項31記載の方法であって、

レーザーはNd:TAGレーザーである部品の接着方法。

33. 請求項31記載の方法であって、

レーザーは3mmよりも短い断面直線寸法のビームを送り出す部品の接着方法。

34. 請求項33記載の方法であって、

ビームの断面寸法は2mmと3mmの間である部品の接着方法。

35. 請求項29記載の方法であって、

エネルギー源はフレイム、アーク、プラズマおよび火花からなるエネルギー源群から選定される部品の接着方法。

36. 請求項29記載の方法であって、エネルギー源はビームを送り出すレーザーであり、該方法はさらに、

一方の部品と他方の部品間の少なくとも1つの接合部に沿ってビームを動かすステップを含む部品の接着方法。

37. 請求項29記載の方法であって、エネルギー源はビームを送り出すレーザーであり、該方法はさらに、

一方の部品と他方の部品間の少なくとも1つの接合部に予めナノスケール接着剤を塗布した後で一方の部品と他方の部品間の少なくとも1つの接合部に沿ってビームを動かすステップを含む部品の接着方法。

38. 請求項29記載の方法であって、エネルギー源はビームを送り出すレーザーであり、該方法はさらに、

一方の部品と他方の部品間の少なくとも1つの接合部に沿ってビームを動かし同時に一方の部品と他方の部品間の少なくとも1つの接合部にナノスケール接着剤を塗布するステップを含む部品の接着方法。

39. 請求項29記載の方法であって、

一方および他方の部品は鋼である部品の接着方法。

40. 請求項29記載の方法であって、

エネルギー源は接着剤の温度を400℃以上高めることがない部品の接着方法。

41. 請求項29記載の方法であって、エネルギー源はビームを送り出すレーザー

であり、接着剤は粉体の形で供給され、該方法はさらに、

環状ノズル本体の開口を通してビームを送り出すステップと、

ノズル本体の少なくとも1つの出力オリフィスから粉体を供給するステップと

、  
ビームおよび粉体を共通点へ向けるステップとを含む部品の接着方法。

42. 請求項41記載の方法であって、該方法はさらに、

一方の部品と他方の部品間の接合部に沿ってノズルを動かすステップを含む部品の接着方法。

43. 自動変速機ボウルアセンブリであって、該ボウルアセンブリは、

内面を有するボウルと、

各々がある長さの内縁および外縁を有し外縁をボウルの内面に当接させて配置された複数の羽根と、

羽根の外縁の実質的に全長にわたって延在して羽根をボウルへ接着させる接着剤とを具備する自動変速機ボウルアセンブリ。

44. 請求項43記載の自動変速機ボウルアセンブリであって、

ボウル部品はインペラーボウルである自動変速機ボウルアセンブリ。

45. 請求項43記載の自動変速機ボウルアセンブリであって、

ボウル部品はタービンボウルである自動変速機ボウルアセンブリ。

46. 請求項43記載の自動変速機ボウルアセンブリであって、さらに、

羽根の内縁をシュラウドへ接着する接着剤を含む自動変速機ボウルアセンブリ

。

47. 請求項43記載の自動変速機ボウルアセンブリであって、

接着剤にはナノスケール要素が含まれる自動変速機ボウルアセンブリ。

48. 請求項43記載の自動変速機ボウルアセンブリであって、

接着剤は自給式である自動変速機ボウルアセンブリ。

49. 自動変速機ボウルアセンブリであって、該ボウルアセンブリは、

内面を有するボウルと、

各々が中空部材として形成され、外縁によりボウルの内面に接着されている複数の羽根とを具備する自動変速機ボウルアセンブリ。



50. 自動変速機流体継手であって、該継手は、  
インペラーボウルと、

インペラーボウルに対向するタービンボウルと、  
外縁によりインペラーボウルへ固定されている複数の第1の羽根と、  
外縁によりタービンボウルへ固定されている複数の第2の羽根と、  
インペラーボウルとタービンボウル間で、第1の羽根と第2の羽根間に配置され少なくとも羽根の半径方向中点に対して半径方向に延在するステータとを具備する自動変速機流体継手。

51. 請求項50記載の自動変速機流体継手であって、さらに、  
羽根に取り付けられたトラスリングと置換するためにステータの周縁に配置された環状リングを具備する自動変速機流体継手。

52. 請求項50記載の自動変速機流体継手であって、さらに、  
ステータの周縁から半径方向に延在する平坦なディスク状延在部を具備する自動変速機流体継手。

53. アルミニウムからなる第1の層と、  
酸化剤からなる第2の層からなるテープ。

## 【発明の詳細な説明】

## ナノ規模の粒子およびその用途

発明の技術的分野

この発明はCaO（酸化カルシウム）、MgO（酸化マグネシウム）、TiO<sub>2</sub>（酸化チタン）、VO<sub>2</sub>（酸化バナジウム）、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナまたは酸化アルミニウム）、酸化鉄（FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>）、酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化イットリウム）および他の酸化物、Au（金）、Cu（銅）およびZn（亜鉛）、Sn（錫）、Pb（鉛）、Ag（銀）、Si（珪素）、Cr（クロム）、Co（コバルト）、Fe（鉄）および他の金属、BN、TiNおよび他の窒化物、硼化物、ZnSおよび他の硫化物、水酸化物、SiC、WCおよび他の炭化物、および他の化合物、錯体、複合体および混合物を包含するナノ規模（nanoscale, ナノスケール）の粒子を造る（合成する）ための技術に関する。本発明はまたナノ規模の粒子の用途およびこの粒子を含有する組成物に関する。

発明の背景

ナノ規模（超微細に粒化された典型的には約1～100nmの粒径）の物質を商業的に大規模に製造する必要性が一般的に存在する。ナノ規模の物質の適用は、軍廃棄物の処理、空気清浄化、化学兵器に対しての軍の個人の保護、物質の組み合わせおよび物質の結合を包含する。ナノ規模の物質の性質（特性）は（例えば、容量に対しての）大きな表面積、高い反応性、低い融点および触媒としての利用性を包含する。例えば、ナノ規模の銅材料（粒子、粉末）はより大きな銅粒子よりも非常に低い温度で溶融されることが出来る。

破壊吸収技術(Destructive Absorption Technology) (DAT) において使用するためのナノ規模の材料を商業的に製造するのに適合させる必要性が存在する。DAT、非汚染処理方法は、軍関連化学物質および廃棄物、クロロ炭素、有機硫化物、有機燐（神経剤のモデル化合物）化合物および汚染土壌およびくずを含む危険な物質を処理し、一方ではこれらを燃料または供給原料のような価値のある

副生成物にすることを可能にするために使用される。

DAT性能は破壊吸収剤としての超微細な（ナノ規模の）、高度に反応性の金属酸化物（例えばCaOまたはMgO）の合成および使用により左右される。

ナノ規模の材料についての研究は比較的最近であるけれども、ナノ規模の粒子が極度に大きな表面積、非常に低い融点、新しい機械的、熱的、光学的、磁氣的、電子のおよび化学的特性のような多くのユニークな性質を持っていることが実験的に示された。さらに、これらの性質は多くの適用のために多くの場合、従来の粗粒子（即ち、非ナノ規模）の材料の性質よりも改良されている。大きな表面積は、化学的および物理的吸着、触媒および多くの化学反応のために重要な性質である。大きく高められた化学的反応性はナノ規模の材料を用いて示された。

ナノ規模の材料は広い範囲の適用を有する新しい物質の合成の重要な部分となって来ている。意外な性質がナノ規模材料において見いだされた。例えば微結晶寸法が50nm（ナノメートル）から10nmへ減少したとき、CdSおよび金ナノ結晶（nanocrystals）の溶融温度は1000°Kだけ低下する。ナノ規模銅の微小硬さは、粒径が50マイクロメートルから6ナノメートルに変化したときに5のファクターだけ増大する。触媒活性および通常の化学活性は非常に高められる。イオン伝導率は単結晶材料以上の大きさの程度まで増大させることが出来る。光学的吸収はまた変化する。

ナノ粒子を製造するための先行技術の方法は、化学または物理蒸着、ゾルゲル処理、ガス凝縮、電解析出、逆ミセル技術、レイヤーバイレイヤー(layer-by-layer)生長、微小相分離反応、静電スプレー、機械的合金化およびレーザー光分解を包含する。しかしながら、多くの物質（例えばカルシウムおよびマグネシウム）の固有の化学的性質に起因して、それらはナノ規模の材料の製造のためには、商業上実施不可能である。

一つの先行技術の技術において、ガスが高い温度に加熱され、次に凝縮されてナノ規模の材料を得る。

他の先行技術の技術において、ゾルまたはゲルがときには高い圧力を包含させて（オートクレーブに入れて）、高い温度で焼かれる。このタイプの技術は費用がかかりそして時間を消耗する。その処理は数日または数週間かかる可能性がある。

る。得られたナノ規模の材料の品質は貧弱（例えば粒径についての貧弱なコントロール）である傾向を有する。その処理は低い処理能力を示しそして狭い範囲のナノ規模の材料（例えばCaOおよびMgO）を製造することに限られそして他の材料（例えばCuまたは任意の金属ナノ規模材料）の製造のためには有用ではない。

（エーロゲル／ハイパークリチカル(hypercritical)乾燥により）特別に造られた金属酸化物を用いて、実験室において優れた結果が得られた。（サンジェゴの Academic Press 発行、K. J. Klabundeによる Free Atoms, Clusters, and Nanoscale Particles (1994) ; Y. Li O. Koper、M. Atteya、K. J. Klabundeによる Chemistry of Materials 4 (2), 323 (1992) ; Y. Li、K. J. Klabundeによる Langmuir 7 (7), 1388 (1991) ; M. Atteya、K. J. Klabundeによる Chemistry of Materials 3 (1), 182 (1991) 参照）。モデル神経剤または化学剤刺激剤としての有機燐化合物、例えばジメチルメチルホスホネート (DMMP) およびインーサイトマイクロリアクターGC-MSSシステム(in-site micro-reactor GC-MSS system)を用いて、該有機燐モデル化合物が超微細なナノ規模のMgO粉末により完全に分解されることが出来ることが示された。形成の際に蟻酸、水、アルコール、アルケン、COおよびメタンが発生したけれども、燐残留物は永久的にMgO粉末に保持された。表面積に基づいて予期されるようにそれらはより小さなナノ規模のMgO微結晶が高い化学反応性を示したことを実験的に証明した。しかしながらその粉末を造る方法は費用がかかりそして時間消耗性である。

米国特許第5, 128, 081号（この特許を参照することにより本明細書に組み入れる）はナノ結晶質アルファールミナ ( $Al_2O_3$ ) を造る方法を開示している。

米国特許第4, 910, 155号（この特許を参照することにより本明細書に組み入れる）は0.006ミクロンの平均寸法を有するSiO<sub>2</sub>粒子のための用途（例えばウェーハ フラッド ポリッシング(wafer flood polishing)）を開示している。

追加の興味ある文献はドイツ公開 (Offenlegungsschrift) 第25 23 04

9日本第2-30705号、米国特許第4,619,691号、米国特許第4,556,416号および米国特許第4,289,252号を包含する。

ナノ規模の材料を造るための先行技術の技術の欠点の中で、それらが時間を消耗しそして費用がかかることの両方である。必要とされることはナノ規模の材料を造るための、費用および時間の点で有効な方法である。

本発明の他の面は、構成部品を互いに結合する（例えばろう付け(braze)する）ためにナノ規模の材料を用いることに関しそして以下に、より詳細に記載される。

ろう付けまたははんだ付けに類似の方法でお互いに金属部品を結合することはインペラーまたはそのタービンのような自動伝送の部品を結合することに特に十分に適している。

ナットおよびボルト、リベット、タブおよびスロットのような機械的手段により部品（加工物）を一緒に組み立てることは一般に周知である。例えばタブ（また“ラグ”または“つめ”として知られている）およびスロット（また“スリット”、“リセス”、“グループ”または“押し込み”として知られている）に関して、タブが適合するその内部表面中にまたはその表面を通して延びるスロットを有する自動車自動伝送トルクコンバーターインペラーまたはタービン（また“羽根車”として知られている：一緒にして本明細書中において“ボウルアセンブリ”と称する）の外側シェル（また“ボウル”として知られている）へのそれらの外側端上にタブを有するブレード（また“ベーン”として知られている）を組み立てることが知られている。同様に、内部シュラウド部品中を延びるスロット中にベーンの内部端上でタブを適合させ、次にタブ上で折り曲げることにより内部シュラウド部品（また“コアチューブ”または“トーラスリング”として知られている）を組み立てることは知られている。自動伝送インペラーアセンブリのボウルおよびシュラウドにベーンを組み立てるためにタブおよびスロットを用いることは例えば米国特許第3,782,855号（以後“855特許”と云う）および米国特許第4,868,365号（以後“365特許”と云う）（これらの特許を参照することにより本明細書に組み入れる）において示される。次の文節は自動伝送のボウル中にベーンを組み立てることに伴う或る問題を強調

する。

“855特許”は流体継手の為の羽根車または特に自動車のためのトルクコンバーターを開示している。その特許に開示されているように、複数のベーンが2つの環状表面間、即ち外側環状表面（例えばトルクコンバーターシェル）および内側環状表面（例えばトルクコンバーターシュラウド）の間に配置されている。

“855特許”に記載されているように、各々のベーンはかなりの可撓性を有しておりそして伝送されたトルクの突然の変化中、内側環状表面（即ちシュラウド）は外側環状表面（即ちボウル）に相対してそれ自体角度的に移動する（例えば回転する）傾向がある。この特許において提案された解決法は外側環状表面から内側環状表面に延びる別の且つ異なる（即ちベーン12とは別の且つ異なる）回転防止押え部材（プレート20）を設けることである。これらのプレート（20）は環状表面に溶接またははんだ付けにより固定される。“855特許”の一態様において回転防止押え部材は或るベーン12の末端で直角に曲がった部分30として形成されそしてこれらの曲がった部分は有利には環状表面間に圧入される。別の態様において曲がった部分（30）は2つの隣接するベーン（12）上にお互に対向して形成されそして溶接、ろう付けまたははんだ付けにより、曲がった部分にそして環状表面に固定されているバー35により接合される。

自動車トルクコンバーター（例えばそのインペラーアセンブリ）のような羽根付きインペラー（またはタービン）の製造および使用における自明でない問題はブレード（ベーン）とボウルの環状表面との間で起る（流体の）漏れである。一般的に云えば、漏れは減少した流体力学（ヒドロダイナミック）効率を生じ、これは自動車トルクコンバーターに関して減少したガソリン（燃料）効率となるであろう。

米国特許第5,282,362号（以後“362特許”と云う）はブレードに最も近いコアおよびシェル表面上に弾性ライニングの使用を包含する（漏れを減少させる）密封のための技術を開示している。弾性ライニングはブレードがコアおよびシェル表面とかみ合う場所で変形する。この局所化変形はコアおよびシェル表面間の密封を行ない、コアおよびシェル間の漏れを排除し、それによりトルクコンバーター効率を増大させる。

環状表面（特にトルクコンバーターの外側ハウジング）への複数のベーン（ブレード）の固着のチャレンジに戻って、最近、ボウルにベーンを溶接することに向けられた限られた努力があった。例えばレーザー溶接ビームを用いるハウジングにトルクコンバーターブレードを溶接するための方法と題する米国特許第4, 868, 365号（以後“365特許”と云う）はブレードが空気ギャップの幅だけハウジングの隣接表面から取り除かれている状態にあるように、インペラーハウジング（ボウル）中に形成されたリセス内に適合されたタブを有するブレード（ベーン）を形成することを開示している。レーザービームはハウジングに溶接されるべきブレードタブに隣接するハウジングの端から短かい距離でハウジングの隣接表面に向けられる。軸がリセスに関して傾いているレーザービームはタブに隣接するハウジングの表面に当たる。溶接用（例えばレーザー）ビームは、ブレードタブが充てん材料を使用することなしに、ハウジングに溶接されるようにブレードタブに平行に動かされる。ハウジングは回転されて連続ブレードタブを、溶接するための位置にもたす。

明らかであるように、“365特許”の技術はボウルへのブレードの“スポット”（局所化）溶接となりそして上記の漏れ問題に向けられていない。さらにインペラーハウジング中のスロットの使用を包含する、自動伝送インペラーハウジングに複数のブレードを固着するための、上記の方法のような任意の方法において、ボウルに異なる数または形のブレードを固着させるために、あるいは異なった角度でボウルに同じ（または異なる）数のブレードを固着させるために、ボウルのスロット形態（例えば数、間隔、角度）を修正することは必要である。

米国特許第5, 109, 604号（以後“604特許”と云う）（この特許を参照することにより本明細書に組み入れる）は、半環状コアリングに、ベーンの内側端の伝統的なタブ／スロットアセンブリを示すトルクコンバーターインペラーアセンブリを組み立てる方法を開示しておりそして外側シェル（パウル）の内側表面に、サブアセンブリとして、ベーンおよびコアリングを組み立てる技術を開示している。“604特許”の第4図はサブアセンブリを造るためにベーンの内側端に（タブおよびスロットを介して）コアチューブのアセンブリのためのベーンを取り付ける（取り付け装置39参照）方法を例示している。ろう付け材料

がペーンの（ボウルに向って）外側端に（ならびにペーンの内側端上の曲げられたタブの端に沿って）適用される。そこに適用されるろう付け材料を用いての、コアリングおよびペーンのコアリングは次に外側シェル（ボウル）中に配置される。外側シェル、ペーンおよびコアリングは次にろう付け用オープン中に入れられ、それによりろう付け金属（例えばペースト）はペーンの外側端に沿って（ならびにペーンの内側タブの端に沿って流れて外側シェルにペーンをしっかりと結合する（ならびにペーンへのコアリングの結合を完成する）。“604特許”中に引用されたボウルにペーンを組み立てるためのこの技術の利点は：

（a）ボウル中の特定の刻み目を用いてペーンが配列される必要がなく、それによりトルクコンバーターインペラーの組み立てを容易にする；そして

（b）外側シェル（ボウル）が刻み目（スロット）を必要としないので、外側シェル中の刻み目の配向により外側シェルを調べる必要がない。外側シェルは種類のペーンとともに使用されることが出来、そして一つのペーン形態から他のペーン形態に変化させることが容易である、ことを包含する。

自動伝送のボウル部品にペーンを固着させる特定の環境とは無関係に、ろう付けは部品（例えば2つの物品、2つの加工物）をお互いに結合させる一般的に周知の技術でありそして約1000℃（摂氏千度）の温度でろう付け用材料（また“充てん材料”と称される）を溶融する（即ち熱反応を起こす）ことを一般に包含する。（典型的にはペースト形の）ろう付け用材料は結合されるべき部品の材料と組成において同じであってもまたは異なってもよい。溶接とは区別されるものとしてろう付けは、典型的には、一緒に結合されそして溶接を行なう部品の溶融を包含しない。（例えば結合される部品を溶融する溶接用ビームおよび溶融された材料のあとでの流れを記載する“365特許”参照）。（溶接におけるような）一緒に結合される部品を溶融すると部品の結晶配向に影響し、ならびに部品（1つまたは複数）に与えられたかもしれない任意のテンパーに影響する。技術がろう付けとしてまたは溶接として分類されるかどうかとは無関係に、高い温度の使用は一緒に結合される部品（加工物）の一方または両方の望ましくないゆがみ、アニーニング等を起こす可能性がある。

“604特許”に開示されているようにトルクコンバーターインペラーをろう



付け用オープン中に入れると、組み立てられる部品の“集散的 (mass)” (全体的) 加熱を生じならびに部品のゆがみを生ずるので特に問題がある。トルクコンバーターボウルのそのような集散的加熱は、そのような集散的加熱の結果としてそのテンパーを損失する硬化ハブを例えばすでに設けているかもしれないボウルの冶金に有害である。さらに、ろう付けを行なうのに十分な温度にオープン中で加熱された部品はかなりのそして或る場合においてはコントロールされた冷却期間を必要とすることは明らかである。

トルクコンバーターにおいてベーンを結合するための方法と題する米国特許第3, 673, 659号 (以後、“659特許”と云う) は電気炉中で粉末化銅とアルコールとの混合物であるろう付け用ペーストを用いてろう付けによりスロットのないインペラーボウルにベーンを結合する、以前の試みを記載している。この特許に記載された方法はスポット溶接によりコアリングにベーンを一時的に接続させ、次にベーン/コアチューブのこのサブアセンブリをバウルに適合させることを包含する。(ボウル中にユニットとして挿入するための、コアチューブに結合されたベーンを含む、サブアセンブリの予かじめの製造は上記“604特許”の製造に類似している)。銅リング(13a, 13b, 13c, 13d)の形のろう付け材料はベーン(10)およびコアチューブ(11)およびボール12のそれぞれの上でフランジ(10a, 10b)間に配置される。次にろう付けされるべきアセンブリは、適当な還元性雰囲気で満たされそして銅リングの融点よりも高い温度にアセンブリを加熱するために1, 110℃~1, 130℃の範囲の温度に維持されている電気炉に置かれる。“659特許”に記載されている熱サイクルは(所望の温度に達するまで)18分間予かじめ加熱し、10分間所望の温度に維持しそして54分間アセンブリをゆっくりと冷却させることであり、方法はベーンのろう付け後の要求を達成させるために約1.5時間かかる。この特許には、得られたろう付け結合が銅リングの位置に局在下される(例えばベーンをスポット溶接することとの類似性を生ずる)以上のことは何も示唆がない。

さらにレーザー溶接ビームを用いるギャップにより分離された部品の溶接と題する米国特許第4, 833, 295号 (以後“295特許”と云う) に注意が向

けられ、この特許は溶接ビームを用いる重なり合う結合でトルクコンバーターのためのカバーの2つの部分を一緒に溶接するための関連技術を開示している。

自動伝送ボウルアセンブリ（インペラー、タービン）に伴う他の現象は中に含まれる流体の圧力に応じてボウル部品が“ふくらむ(balloon)”傾向である。ペーンとボウルとの間の何らかのギャップはボウルがふくらむにつれて大きくなるのでこのことは、勿論予かじめ存在する漏れ（即ちペーンとボウルとの間の漏れ）問題を悪化させる。さらに、ボウルのそのようなふくらむことはボウル上にそしてボウルにペーンを結合する任意の手段上に望ましくない応力をかけることは直観的に明らかでありそして（ふくらみに抵抗する）高められたボウル堅さが望ましいであろうことは直観的に明らかである。

#### 発明の要約

それ故に本発明の目的はナノスケール材料を製造する改良技術を提供することにある。

本発明の更なる目的はナノスケールの分解性吸着性粒子を製造する技術を提供することにある。

本発明の更なる目的はCaO又はMgOのナノスケール分解性吸着性粒子を製造する技術を提供することにある。

本発明の更なる目的はCaO又はMgOのナノスケール分解性吸着性粒子を製造し、そして有害化学物質を破壊するためこれを使用する技術を提供することにある。

本発明の一面によれば、出発物質（例えば、気体、固体、液体、又は固体／液体混合物）からナノスケール粒子を製造するために種々の技術が開示される。一般に、この種々の技術はすべてレーザー、アーク、火炎及びプラズマからなる群から選択される少なくとも一つのエネルギー源で出発物質を加熱し、次いで分解することを含む。ある場合には、このナノスケール粒子のより大きな粒子へのアグロメレーションを阻害するために冷却が必要である。ここで開示される種々の技術はすべて高い処理量と種々の応用のためのナノスケール粒子の殆ど瞬時の生産速度を示す。

本発明は酸化物、炭化物、ホウ化物、窒化物、硫化物、水酸化物、金属、合金

化合物、錯体及び複合体を含むナノスケール粒子を製造するために有用である。

ここで“レーザー分解”として示される本発明の最初の具体例によれば、レーザーが当てられそしてターゲットを融除して炭酸塩及び水酸化物のような出発物質から酸化物のようなナノスケール粒子を製造する。

このレーザー融除技術を使用して下記の例示のナノスケール粉末を製造できる： $\text{CaO}$ を作るには、炭酸カルシウム又は水酸化カルシウムから作られたターゲットにレーザーを当てる； $\text{Al}_2\text{O}_3$ を作るには、水酸化アルミニウムから作られるターゲットにレーザーを当てる； $\text{MgO}$ を作るには、炭酸マグネシウム又は水酸化物から作られるターゲットにレーザーを当てる。

このナノスケール粉末（酸化物）はなにかんずく軍事化学品廃棄物のための分解性吸着剤として又は空気清浄剤として有用である。

本発明のこの具体例の一面によればより大きい寸法の粒子からナノスケール粒子を分離するために形成されるコレクタにターゲットからナノスケール粒子を運び込むためにキャリアーガスを使用できる。このキャリアーガスは酸化剤（酸素を含む）でよく、又は金属を製造する場合には、ナノスケール粉末は窒素のような非酸化性ガスでよい。

このキャリアーガス／ガス（複数）はまた反応体／反応体（複数）として（例えば、窒化物を生成する工程では $\text{N}_2$ ；酸化物を生成する工程では $\text{O}_2$ 等）作用する。

ここで“アーク加熱”として示される本発明の第二の具体例によれば、アークは出発物質（例えば、より大きい寸法の炭酸塩又は水酸化物）をナノスケール粒子（例えば、ナノスケール酸化物粒子）へ分解する。

本発明のこの具体例の一面により、出発物質（例えば、炭酸塩及び水酸化物）の大きな粒子がアークに露出される通路に沿って移動され、このアークが出発物質を必要とされるナノスケール粉末に分解する。

この具体例の変形では、小さ過ぎる粒子をナノスケール粒子へアグロメレートし、ナノスケール粒子のより大きい粒子へのアグロメレーションを阻止するため

液体窒素のような冷却剤を必要とする。

ここで“高温火炎噴射”として示される本発明の第三の具体例によれば、出発

物質はフレイムトーチのノズルのようなノズルを通して導入される。適当な燃料（例えば、酸素及びアセチレン、プロパン、プロペン、水素等の一つ）がまたノズルを通して向けられる。ノズルの端部で火炎は出発物質を関連のナノスケール粉末に分解し（例えば、炭酸カルシウム出発物質は酸化カルシウムに分解する）、これは圧縮ガス（例えば、圧縮空気）によりコレクタ（ビン）に向けられ（そして冷却される）。分解反応の副生物（例えば、二酸化炭素ガス）がビンから簡単に除去されるようにこの装置が配列される。

本発明のこの具体例の一面によれば、火炎の温度は出発物質の分解を確実にするように調節される。例えば、炭酸カルシウムを分解するには、温度を少なくとも825℃（摂氏）のレベルに保つべきである。

ここで“高温プラズマ噴射”として示される第四の具体例によれば、第三の具体例に類似の方式で、出発物質はフレイムトーチのノズルに類似のノズルを通して導入される。出発物質を加熱する（分解する）ための火炎を発生させる燃料の代わりに、プラズマがノズルの末端に誘導され、そしてプラズマからの熱がアルゴンのような熱伝達媒体によって出発物質へ移される。

本発明のこの具体例によれば、プラズマを誘起する技術はアーク、レーザー、マイクロ波、RF、ホットフィラメント、並びにX線、中性子等の他のパワー伝達源を含む。

この具体例はナノスケール粒子が圧縮ガス（例えば、圧縮空気）によりコレクタ（ビン）に向けられ、そして分解反応の副生物（例えば、二酸化炭素ガス）をビンから簡単に発生させて除去する点で第三の具体例に類似する。

本発明は多量のナノスケール材料を製造するための低廉で実際的かつ移動可能な技術とシステムを供する。

本発明は塗装、コーティング、接合、結合、ろう付け、はんだ付け及び溶接に有用なナノスケール材料を製造するための技術を供する。本発明により製造された特定のナノスケール材料はまた防虫剤に有用である。

本発明の別の面はここで開示された技術により作られたもののようなナノスケール粒子を部品を共に接合する（例えば、ろう付け）のに有用な組成物に使用することにある。

本発明のこの面の全体目的は何れか二つ（またそれ以上）の部品（作業片）を共に（他方に）接合するための改良技術を提供することにある。

本発明の別の目的は何れか二つ（又はそれ以上）の部品を他方に接合するために低いマス温度を提供することにある。

本発明の別の目的はオートマチックトランスミッションインペラー又はタービンアセンブリ（この何れも“ボウルアセンブリ”と称される）を組立てるための改良技術を提供する。

本発明の別の目的はオートマチックトランスミッションボウルアセンブリのボウル（部品）に複数の羽根を組立て、これが羽根により推進される流体（又はタービンアセンブリの場合には、羽根が流体により推進される）の高い密封を示す技術を提供することにある。

本発明の別の目的はオートマチックトランスミッションインペラー又はタービンアセンブリのボウルに複数の羽根を組立て、これが余分の回転防止ブレーシング部材を必要とすることなく、ボウル部品とシュラウドの間に、直接羽根を介して、高い回転安定性を示す技術を提供することにある。

本発明の別の目的はオートマチックトランスミッションボウルアセンブリのボウルに複数の羽根を組立て、これが異なる数の（又は形状の）羽根を装着し（固定し）、そして／又はボウル自体を修正することなく（例えば、ボウル成分の内面上のスロット構造）、同一のボウルに、異なる角度で羽根を固定する技術を提供することにある。

本発明の別の目的はオートマチックトランスミッションボウル（インペラー又はタービン）アセンブリのボウルに複数の羽根を組立て、これがボウル自体を修正することなく、増大したボウルこわさ（バレーニングに対する耐性）を示す技術を提供することにある。

本発明により、第一の部品（又は複数の第一の部品）は好ましくは接合される

部品の融点より低い、好ましくはずっと低い温度で融解できる接合材料（テープ、キャリア等を介して、ペースト、粉末、にかわー混合物の形で移される）を使用して第二の部品に接合される。レーザーのようなエネルギー源（別のエネルギー源は下記に示される）は接合材料と反応する（例えば、融解する）。

ここで使用される用語の“接合材料”はエネルギー源（例えば、レーザーからのビーム、又はスパーク、アーク、煙草ライターからの火炎のような熱源等）がそこに当てられた時に反応する（例えば、融解し、溶融する）ペースト、スラリー、エーロゾル（例えば、塗料に類似の方式で移動可能）のような形で材料の組成物、例えば、粒状要素（成分）の混合物を示す。更に、ここで使用される用語の“接合”は機械的手段以外の手段による部品（作業片等）の接合を示す。

本発明の一特徴によれば、レーザー（選択されたスポット寸法を有する）が一“定量”の（例えば、塊り）の接合材料（これはスポット寸法より大きい）の上に走査されてその全体で接合材料を反応させる。例えば、接合材料の全量が層、細長いストリップ等の形状又は構造である。代表的には、二つの部品の端部を接合するためには、この構造はストリップである。

本発明の一特徴により、レーザーを用いて下記に詳細に示すように、“自立性の”量の（又は他の形状）の接合材料の反応を開始させることができる。

本発明の一具体例では、第一の部品はオートマチックトランスミッションインペラーボウル等（例えば、オートマチックトランスミッションタービンボウル）の内側ドーナツ状表面に接合された羽根（ブレード）であり、そしてこの羽根がタブ（羽根の上）又はスロット（ボウルの中）の使用と共に又はなしで（好ましくはなしで）ボウルに接合される。

本発明の一特徴により、一定量の接合材料が接合されるべく求められる二つの部品の間で継ぎ目の全長に沿って適用される。羽根をオートマチックトランスミッションボウルに接合することについては、羽根とボウル間の漏れは最小になり、これによってオートマチックトランスミッションの流体動作効率を改良する。更に、本発明の技術によってボウルに確実に固定された羽根は補強材（リブ）として作用してボウルの外側膨張（バルーニング）を制限する。

本発明の一特徴により、ボウル自体の修正を必要とすることなく、任意の所望の角度でボウルに任意数の羽根を配置するようにオートメ化装置（コンピューター制御位置決め機構）を使用して複数の羽根がオートマチックトランスミッションボウル部品にろう付けされる。

本発明の一具体例では、接合材料の量の一部（例えば、端部、中間部分等）が

レーザーエネルギーにより一度“点火され”（開始され、燃焼される）と、接合材料の全体量の反応（例えば、融解）を保持する（自立保持する）ように発熱反応する材料からこの接合材料が作られる。例えば、この接合材料はアルミニウム（Al）又はマグネシウム（Mg）のナノスケール（ $\leq 100\text{nm}$ 寸法）粒子を含む。アルミニウムのナノスケール寸法粒子はマグネシウムのナノスケール寸法粒子より更に容易に利用し得る。

本発明の一面によれば、低温接合材料（例えば、ペースト、粉末）はアルミニウム、マグネシウム、金、カドミウム、銅、亜鉛、スズ、鉛、銀、ケイ素、クロム、コバルト、アンチモン、ビスマス、鉄、炭素、ホウ素及びこれらの材料の合金と複合体のナノスケール（ $\leq 100$ ナノメートル）寸法粒子（要素、成分）を含む。このナノスケール材料は $400^{\circ}\text{C}$ より大きくない（例えば、 $200\sim 400^{\circ}\text{C}$ ）の温度で反応する（例えば、融解する）のに適している。好ましくは、この接合材料はその反応が一度開始されると（例えば、レーザービームによる）自立保持するのに十分な量の発熱性材料（例えば、アルミニウム及び／又はマグネシウムのナノスケール寸法粒子）を含む。

$1\sim 3\mu\text{m}$ 寸法粒子（成分）を含む接合材料のようなナノスケール寸法成分を含まない材料を接合するためには、この接合材料の融解温度が $400^{\circ}\text{C}$ より高くなることは避け難い。

本発明の一面によれば、エネルギービーム、例えば、レーザービーム（例えば、Nd:YAGレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー又は他のレーザー；好ましくは赤外領域で作動する）、火炎、アーク、プラズマ、スパーク等が接合材料に沿って“ウォークされ”（走査され）、これが接合されるべき二つの部品の継ぎ目に適用される。好ましくは、レーザーを使用して接合材料（ペースト、粉末、テープ、に

かわ又はパテの形でよい)を反応させ(融解させ)そして/または開始させ(燃焼させ)、レーザーのスポット寸法を調節する性能により、オートメ化装置でビームを当て、作業片(ろう付けされる部品)等への浸透の深さを調節する。一般に、自立保持性接合材料を開始するためにレーザー(例)が使用される場合には、作業片への浸透は論点ではない。

本発明の一具体例では、好ましくはアルミニウム、金、カドミウム、銅及び/

又は亜鉛、コバルト、鉄、ニッケル、ケイ素等のナノスケール( $\leq 100$ ナノメートル)寸法粒子を含有する低温接合材料(例えば、粉末又はペースト形で)を使用して、複数の羽根がボウル部品(即ち、インペラー又はタービンボウル)に、そして任意にオートマチックトランスミッションインペラーアセンブリのシュラウドにろう付けされる。

本発明の好適具体例では、約1.5mm(ミリメートル)のビーム直径で、200W(ワット)出力を有し、260Hz(ヘルツ)の周波数で0.5ms(ミリ秒)の持続時間のパルスを放出するNd:YAGレーザーが1秒以内で一定量の接合材料(約2インチの長さを有する細長いストリップの形状)の上に走査される。

一般に、このビームは3ミリメートル以下、好ましくは1と2ミリメートルの間の直径を有する。非環状ビームの場合には、“直径”は線状断面寸法となろう。

一般に、接合材料を反応させる(そして/または開始させる)目的のためには、材料を融除する傾向を示す紫外レーザーを使用するよりむしろ熱を発生するその性能のため赤外レーザーを使用することが好ましい。

本発明の別の具体例では、約1.5mm(ミリメートル)のビーム直径で、260Hz(ヘルツ)の周波数で1.0ms(ミリ秒)の持続時間のパルスを放出する、500W(ワット)出力を有するNd:YAGレーザーが1秒以内で一定量の接合材料(約2インチの長さを有する細長いストリップの形状)の上に走査される。

本発明の一好適具体例では自立保持性接合材料は下記の粒径で重量で下記の量の材料を含む:2%セリウム( $< 1\mu\text{m}$ );3%ホウ素( $< 1\mu\text{m}$ );5%クロ



μ (<1 μm) ; 12%ニッケル (<1 μm) ; 18%マグネシウム (1~3 μm ; 入手可能ならばノナスケール) ; 15%アルミニウム (ノナスケール) ; 2%スズ (1~3 μm) ; 5%亜鉛 (1~3 μm) ; 20%銅 (1~3 μm) ; そして18%銀 (1~3 μm)。(明らかなように、この百分率は近似であり、1の位で概数にして総計101%である)。接合材料のための成分の他の(例えば、代りの)処方を下記に更に詳細に示す。

本発明の技術はまた羽根とボウル以外の部品、例えば二つの平らな板を共に接合するのに有用である。

例えば、“ヘミング”作業では、第一の板は第二の板の縁を越えて伸ばされ、

そして第一の板のこの伸ばされた縁は第二の縁の周りに折り曲げられる。接合材料の細長いストリップが第一の板の重複した縁の長さに沿って適用され、そして接合材料の細長いストリップに沿ってレーザービームを走査するか、又は接合材料の細長いストリップに沿って選択された位置(例えば、端部、中間)で反応を開始させるかの何れかによって、接合がレーザーエネルギーにより開始される。

例えば、自立保持性接合材料が二つの平らな板の間に層として適用され、そしてこのペースト層の露出縁で接合が開始される。

本発明の別の面により、オートマチックトランスミッションボウル部品(インペラー、タービン)のための羽根が中空部材として作られる。この中空部材は平らな(モノリシック)羽根より更に硬く、そして羽根の内側縁部を安定化するシュラウドなしに組立られるボウル部品の性能を高める。平らな(中空でない)羽根がシュラウドなしにボウル部品に組立られることは本発明の範囲内である。何れの場合でも、本発明は明らかに“シュラウドレス”オートマチックトランスミッションボウルアセンブリを意図するものである。

本発明の別の面によれば、オートマチックトランスミッションのシュラウドレスボウルアセンブリ(インペラー、タービン)はシュラウドの機能を行ない、しかもトルクコンバーターの流体動力学(流体カップリング)を高めそして/または変更するように設計できるステーター部品を製造することができる。本発明のこの面では、好ましくは低温接合の技術により、好ましくは前記に論議したよう

に自立保持性接合材料を使用して、羽根がシュラウドなしにオートマチックトランスミッションのボウル部品（例えば、コアリング、トーラスリング）に固着される。より大きい全体直径のステーター部品は他の点では不動帯（即ちシュラウドに予め占有されたラジアル帯）の中に伸び、そこではインペラーからタービンへの流体流路（そして反対も）がシュラウドの一つ又は両方によりそうでなければ妨害され（向けられ、分けられ、デリニエートされ、分岐され）、そしてステーターの周辺区域がインペラーからトルクコンバーターの周辺区域を回ってタービンへ液圧流体を向ける機能を包含する。これは不動帯の“テイラリング”を許し、ボウル（インペラー、タービン）アセンブリを修正することなく、ステーター部品を修正することによってオートマチックトランスミッションの形状で得ら

れる（configurable）性能が達成される。

本発明の一具体例では、このステーター部品はその周辺に配置された管状（トロイダル）リングを有し、この管状リングは置き換えるシュラウド部品と類似の寸法と半径のものである。

本発明の別の具体例では、ステーター部品にはその周辺に配置されかつ半径方向に整合され、シュラウド部品にさもなくば占有される不動帯の中に伸びるディスク状リングが設けられる。これはボウル部品アセンブリの羽根がステーターの殆ど周辺に（軸方向に）伸びてより大きくなることができる。

何れの具体例でも、シュラウドを省略することによって（各シュラウドは部分トーラスリングである）、シュラウドの流れ指示機能（例えば、インペラー及びタービンアセンブリ上の対向するシュラウドにより形成される管状リングの）はこのステーターアセンブリにより包含される（“subsumed”）。

本発明の他の目的、特徴及び利点は下記の記載の見地から明らかになるう。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるナノスケール粒子を製造するためのレーザー融除技術の略示図である。

第2A図は本発明によるナノスケール粒子を製造するためのアーク加熱技術の略示図である。

第2 B図は本発明によるナノスケール粒子を製造するための別のアーク加熱技術の略示図である。

第3 A図は本発明によるナノスケール粒子を製造するための高温火炎噴射技術の略示図である。

第3 B図は本発明によるナノスケール粒子を製造するための高温プラズマ噴射技術の略示図である。

第4 A図は従来技術のオートマチックトランスミッションボウル（例えば、インペラー）アセンブリの断面図である。

第4 B図は第4 A図のオートマチックトランスミッションボウルアセンブリの分解一部透視図である。

第5 A図は本発明による接合のため一諸にした二部品（作業片）の透視図である。

第5 B図は本発明による二部品の継ぎ目に配置された接合材料と共に、第5 A図の二部品の透視図である。

第5 C図は本発明による接合材料に当てられたエネルギービームと共に、第5 B図の二部品の透視図である。

第6図は本発明の技術により組立てられたオートマチックトランスミッションボウル（例えば、インペラー）アセンブリの断面図である。

第7図は本発明によりエネルギー源の適用と同時に接合材料を移すためのノズルの一具体例の断面図である。

第7 A図は本発明によりエネルギー源の適用と同時に接合材料を移すことの別の具体例の断面図である。

第8 A及び8 B図は本発明により中空タービン羽根を形成する技術の、各々、平らにされそして折曲げられた（組立てられた）図である。

第8 C及び8 D図は本発明により中空タービン羽根を形成する別の技術の、各々、予め平らにされそして平らにされた図である。

第9図は従来技術によるインペラー、タービン及びステーターを有するオートマチックトランスミッションの様式化断面図である。

第9A図は本発明の一具体例による、インペラー、タービン及びステーターを有するオートマチックトランスミッションの一部の断面図である。

第9B図は本発明の別の具体例による、インペラー、タービン及びステーターを有するオートマチックトランスミッションの一部の断面図である。

第10A図は本発明により“ヘミング”による二部品を接合するための技術の断面図である。

第10B図は本発明により“積層化”による二部品を接合するための技術の断面図である。

第11A図は本発明により接合材料を移すための2部テープの断面図である。

第11B図は本発明により接合材料を移すための3部テープの断面図である。

#### 発明の詳細な説明

ここで使用する用語の“ナノスケール材料（複数）”、“ナノスケール粒子

（複数）”又は“ナノスケール粉末（複数）は同一の意味を有し、交換可能に使用でき、そして実際にナノスケール材料（100ナノメートル（nm）以下又はこれに等しい寸法を有する粒子）、並びにサブミクロン材料（100nmより大きい、1ミクロン（ $\mu\text{m}$ ）以下又はこれに等しい寸法を有する粒子）を含むことを意図する。

ここで使用する用語の“出発物質（複数）”は金属、酸化物、炭化物、ホウ化物、窒化物、水酸化物、炭酸塩、硫化物、硫酸塩、塩化物、合金、複合体、錯体及び混合物を含む。この出発物質は気体、液体、固体／液体混合物（ペースト）又は固体の形状である。

ここで使用する用語の“冷却剤機構”は分解した（出発物質から）ナノスケール粒子のアグロメレーション（“トラッピング”）を阻止するために使用される媒体（例えば、気体、液体又は固体）を示す。この冷却剤機構を使用するための要件はナノスケール材料の構造により決定される。冷却剤ガスは圧縮空気、窒素等を含む；冷却剤液体は液体窒素等を含む；冷却剤固体はドライアイス等を含む。冷却剤媒体はヒートシンク（熱を吸収しかつ粒子をトラップするため）を含む。金属（例えば、金及び銅）の場合には、粒子は容易にアグロメレートせず、そ

れ故に冷却剤機構は必要ではない。

“キャリアーガス”がコレクターにナノスケール材料を移すために使用できる；このキャリアーガスの使用はシステムの整合と構造に応じて異なる。

下記の具体例の各々では、構成はプロセスを最適にするように整合される（例えば、コレクタビンヘナノスケール粒子を移すキャリアーガスの必要性はない）。レーザー、出発物質、及びコレクタビンの相対的配列は修正しかつ変更できる。また、キャリアーガスと冷却剤は特定の場合には同一でよい。

### レーザー分解

第1図はレーザーアブレーション (laser ablation) でナノ単位の大きさの粒子 (粉末) を作る (仕上げる、合成する) 装置100を図示している。レーザービーム102は、ターゲット106 (最初の材料) の面104に照射されて「原」材料をターゲットから融発 (ablate) するようになされる。融発材料 (108, 110) は、ナノ単位の大きさの粒子 (粉末、小さな点で示される) 10

8と、これより大きい寸法の粒子 (大きな点で示される) 110の両方を含んでいる。融発材料 (108, 110) は、チューブ (パイプまたは同様なもの) 114から供給されてターゲット106の面104を横断 (図示されるように左から右へ) するキャリアーガス112の流れによって導かれる。融発材料 (108, 110) はキャリアーガス112によって捕集装置118の入口 (開口) 116へ向かって運ばれる。捕集装置118は、ナノ単位の大きさの粉末108から大きな寸法の粒子110を分離する機能を果す。

捕集装置118は入口116の直ぐ近くの第1貯留部120を含む。キャリアーガスの流れが第1貯留部120の出口開口122に達する前に、重く (質量が大きい) 大きな寸法の粒子 (110) がそのキャリアーガスから脱落する (図示されるように重力の作用によって落下する) 機会を得ることを保証するために、第1貯留部120は横方向に延在している。小さい軽量の粒子、すなわちナノ単位の大きさの粉末 (108) は、第1貯留部120の出口122を通過してキャリアーガスにより引続いて運ばれる。ターゲットの融発材料 (108, 110) の寸法が知られていることで、所望の結果を達成するためにキャリアーガスの流れおよび第

1 貯留部の寸法を容易に確定することができる。

ナノ単位の大きさの粉末(108)はキャリアガスによりチャンネル124を  
通って捕集装置118の捕集部126へ運ばれる。捕集部126は、基本的には  
両端が開口されてチャンネル124の先端(図示されるように右端)に連結され  
た垂直方向に配向されているパイプ(チューブ)である。チャンネル124の基  
端(図示されるように左端)は、第1貯留部120の出口開口122に隣接され  
ている。

第2貯留部128捕集部126の底部に配置され、ナノ単位の大きさの粉末(108)がその第2貯留部128の中に脱落する(図示されるように重力の作用によって落下する)ようになされる。このために、捕集部の垂直方向に配向されたパイプはチャンネル124のかなり上方へ延在して、ナノ単位の実質的に全ての粉末が第2貯留部の中へ落下する機会を得ることを保証するようになされる。一般に、キャリアガスは捕集部の頂部から簡単に排出される。キャリアガスの流量は、所望の結果を達成するように制御される。

捕集装置126は直列に連結された2つの捕集部を備えて示されており、第1貯留部120は大きな(重い)粒子を捕集し、第2貯留部128は小さな粒子(すなわちナノ単位の大きさの粉末)を捕集する。付加的なチャンネルで直列に連結された付加的な(すなわち2を超える)貯留部を備えて、粒子寸法に勾配を持たせて捕集する(例えば、大きい粒子-中間粒子-小さい粒子)ようになすことは、本発明が最も深く関係する技術分野に通常の知識を有している者の視野内に含まれることは間違いない。例えば、真にナノ単位の大きさの寸法Aの粒子、真にナノ単位の大きさの寸法Bの粒子、ミクロン以下の寸法Cの粒子、およびミクロン以下の寸法Dの粒子を捕集するのに、1以上の捕集部126を使用することができる。

レーザーが供給するビーム102は、あらゆる形式(例えば波長)の、ターゲットから材料を融発することのできる十分な出力を有するものとできることが推測される。

以下の例とするナノ単位の大きさの(酸化)粉末がこのレーザー融発技術を使

用して作ることができる。すなわち、

$\text{CaO}$ を作るために、炭酸カルシウム（すなわち石灰岩）または水酸化カルシウムで形成されたターゲットにレーザーが照射される。

$\text{Al}_2\text{O}_3$ を作るために、水酸化アルミニウムで形成されたターゲットにレーザーが照射される。

$\text{MgO}$ を作るために、炭酸マグネシウムまたは水酸化マグネシウムで形成されたターゲットにレーザーが照射される。

$\text{TiN}$ を作るために、窒素の中で $\text{Ti}$ 製ターゲットにレーザーが照射される。

炭酸塩および水酸化物をターゲット（最初の）材料として使用することは、それらが一般に有害ガスを発生しない理由で、塩化物や硫化物を使用するよりも好ましい。しかしながら、本発明は塩化物、硫化物、硫酸塩、および他の化合物および金属によっても有効に作用する。

金属のナノ単位の大きさの粉末もまた、開示技術によって形成することができる。一般に、金、銅、亜鉛などの純粋金属の原（最初の）材料で形成されたターゲットが使用される。酸化可能金属（例えば亜鉛、鉄）の場合、金属酸化物のナ

ノ単位の大きさの粉末を形成するのでないならば、非酸化キャリアガス（例えば窒素）が好ましい。

キャリアガスはターゲットを押出して融発材料を捕集装置へ運ぶ機能に加えて、重要な冷却機能を遂行することもできる。融発材料の冷却は、融発した粒子を所望される状態で捕集するため、またそれらの粒子の集塊化（例えば互いに付着すること）を防止するためにひよである。

ナノ単位の大きさの $\text{CaO}$ および $\text{MgO}$ のような粉末（酸化物）が有用であり、特に軍用化学廃棄物の分解吸着剤（destructive adsorbents）または空気浄化装置として有用である。 $\text{CaO}$ および $\text{MgO}$ を形成するために、ターゲットはいずれかの適当な $\text{Ca}$ または $\text{Mg}$ を含有した化合物、例えば炭化物、水酸化物、酸化物、塩化物、硫酸塩、およびマグネシウム金属、またはカルシウムまたはマグネシウムの塩で $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{Ca(OH)}_2$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、および $\text{Mg(OH)}_2$ を含む塩の化合物とされることができる。例えば、レーザービーム102はターゲ

ット106を融発するために制御され、化合物の分解、CaOおよびMgOのいずれかの形成、ターゲット106とする原材料の選択に対する依存、を生じる。例えば、ターゲット106が炭酸カルシウム( $\text{CaCO}_3$ )である場合、レーザーエネルギー102はターゲットを融発させ、 $\text{CaCO}_3$ をCaOのナノ単位の大きさの粒子108および二酸化炭素ガス(副生物)に分解および分離(break)する。 $\text{CO}_2$ 副生物は装置を流出する。

ナノ単位の大きさの銅、金および亜鉛のような粉末がろう付けの目的に特に有用である。このようなナノ単位の大きさの粒子に関しては、体積に対する表面積の比率が比較的大きいことから、それらの粒子は同じ材料の大きな粒子よりも低い熔融温度を表す。

一般的な提案として、最初の材料は、所望のナノ単位の大きさの粉末(例えばCaO)に分離できるいずれかの化合物(例えば炭酸カルシウム)とされ、キャリアガスもまた所望のナノ単位の大きさの粉末の化学組成に寄与する(例えば、酸素)ことができる。

全ての考えられるナノ単位の大きさの粉末のレーザー融発による生成に関して、レーザービーム102は予め選択されたレーザー出力およびパルス繰返し率を有

する。

高出力励振装置、 $\text{CO}_2$ 、Nd-YAG、またはこれらのレーザーまたは他のエネルギー供給源の組合せが、ナノ単位の大きさの粉末を合成するのに使用できる。作動変数(例えば、レーザー出力、焦点、パルス繰返し率)は、生成を探索されるナノ単位の大きさの粉末、ターゲット材料、キャリアガスおよびその流量の選択、などの所望される物理的性質のような要素によって指示される。

本発明の重要な特徴は、大気環境で遂行できるということである。多くのナノ単位の大きさの粒子は極度に化学反応性であることから、これまでのレーザー融発における努力のほとんどは原子クラスターの合成および薄膜付着のために真空中で行われてきた。しかしながら、CaOやMgO(および他の多くのナノ単位の大きさの粒子)は大気中で比較的安定しているので、大気環境中でのこれらの



材料のナノ単位の大きさの粒子の準備は可能である。上述した他のナノ単位の大きさの粉末材料でも同じことが言える。

本発明の技術の例は石灰岩 ( $\text{CaCO}_3$ ) から炭酸カルシウム ( $\text{CaO}$ ) を作ることである。本発明のレーザー融発技術は、石灰岩を炭酸カルシウムに分解するための周知の焼成処理 (kiln process) を暗示する温度を発生する。

多くの自然発生した鉱物、例えば石灰岩、抱水炭酸マグネシウム、酸化マグネシウム石灰岩 (magnesia limestone)、苦鉄質鉱物 (mafic minerals)、および酸化マグネシウムが本発明によるナノ単位の大きさの粒子の商業的な製造に使用できる。全ての分解反応は吸熱として知られているので、例えば石灰岩は  $825^\circ\text{C}$  で分解し、レーザー技術はこの形式の反応に理想的である。本発明によるレーザー融発技術と従来の (例えば焼成による) 加熱との相違点は、全反応/急冷処理が高速であり、これによりナノ単位の大きさの粒子が大きなクリスタライトに集塊化するのを防止するという点である。本発明の技術により形成されたナノ単位の大きさの粒子は、それ故に捕集することができる。

他の例である、元素のマグネシウムから  $\text{MgO}$  のナノ単位の大きさの粉末を形成する場合は、窒素がキャリアガスとして好ましい。この場合、窒化マグネシウムが中間生成物として形成され、これは大気 (空気) 中の酸素と反応して酸化マグネシウムを形成する (窒化マグネシウムが望ましくない場合)。

ナノ単位の大きさの材料が大いに望ましい性質を有する。例えば、 $\text{CdS}$  および金のナノ単位の大きさの結晶の熔融温度は、クリスタルライトの寸法が  $50\text{nm}$  から  $10\text{nm}$  へ減少すると  $1000^\circ\text{K}$  ほど低下する。ナノ単位の大きさの銅の微小硬さは、粒子寸法が  $50$  マイクロメートルから  $6$  ナノメートルへ変化するにつれて  $5$  の係数ほど増大する。材料の触媒による化学作用および通常の化学作用は、これらの材料がナノ単位の大きさの粒子として形成されたときに著しく向上する。イオン伝導率は単一結晶材料よりも大きな倍率で増大できる。他の重大な特性は、本発明の範囲内に含まれると考えられる。

### アーク加熱

第2A図は、電気アーク加熱によりナノ単位の大きさの粉末材料 (粒子) を作

る装置200を図示している。

比較的大きな寸法の原材料（粒子）を含む最初の材料212は、いずれかの適当な手段により第1コンベヤ202の一端（図示されるように左側）に付着されるのであり、このコンベヤ202は一直線状に配置されたいずれかの適当数（図では5つ）のホイール204と、一連のホイールを掛けまわされた導電性（例えば金属製）のベルト206とを含んでいる。

第1コンベヤ202は、金属ベルトを有して装置における2つの電極の一方として作用し、第2コンベヤ208とされる対向する他方の電極はホイール210および導電性ベルト216で構成された同様装置を有する。

本発明のこの実施例の重要な特徴は、コンベヤベルト206の頂部側が平坦であり（図示されるように）、一般にコンベヤベルト216の底部側と平行である（図示されるように）。このことは、2つのベルトの2つの対向面の間に知られた寸法の間隙を形成している。電源230は2つのベルト206、216を横断して連結され（図示していないが適当なブラシなどにより）、ベルトがスパーク間隙のを形成する2つの電極として作用するようになされている。電源230による電気出力は、交流（AC）または直流（DC）とされることができ、2つの電極（ベルト）の間に作用することで原材料の粒子をナノ単位の大きさの粉末に分解することが十分できるようにされる。2つの電極（ベルト）の間の放電は、原材料の粒子（212）に局部的で強力な加熱を生じ、これがナノ単位の大きさ

の粉末（214）となるような分解を引き起す。電源に関する特別な変数は、使用される原材料、および2つの電極間の間隙に依存する。ガイドラインに沿って、電源は110Vで10～200アンペアを出力できねばならない。

ナノ単位の大きさの粉末粒子（214）はコンベヤ202の端部へ搬送され（図示されるように右側へ）、適当な容器232の中へ単純に落下される（重力作用により図面に示されるように下方へ）。

この実施例では、横方向の範囲（図面に見て左側から右側へ）は互いに同様または同一である。

本発明のこの実施例において、原材料は、炭酸エステル、水酸化物、塩化物、

または硫酸エステル（後の2つは毒性を有するので好ましくない）、または他の適当な原材料とされ得る。

一般に、原材料およびナノ単位の大きさの粉末生成物は、本発明の第1図の（レーザー融発）実施例に関連して上述で説明したのと同様である。

このアーク加熱技術を用いれば、ナノ単位の大きさの粉末粒子の寸法は集塊化する傾向を示しがちである。この集塊化を制御（例えば、防止）するために、分解した原材料を適当な冷媒、例えば液体窒素で冷却することが好ましい。

ガス、例えば有機金属化合物、または金属有機化合物がこのために同様に使用できる。

#### 冷却を伴うアーク加熱

第2B図は、第2A図の実施例200に多くの点で類似した本発明の実施例250を示しており、これにおいてACまたはDC電源280（230と対比）、一連のホイール254（204と対比）を掛けまわされた導電性ベルト256（206と対比）を有する第1コンベヤ252（202と対比）、およびコンベヤ252の一端の捕集容器282（232と対比）がある。

この実施例において、第2コンベヤ258（208に類似）は導電性（例えば金属製の）ベルト266（266と対比）が掛けまわされる一連のホイール260（210と対比）を有する。しかしながら、先の実施例では第2コンベヤ（208）が第1コンベヤ（202）と同じ横方向範囲を有していたのに対し、この実施例では第2コンベヤ258は第1コンベヤベルト252よりも短い横方向範囲を有している。第2コンベヤ258は第1コンベヤ252の上方で横方向の中央に配置されている。

第2コンベヤ258は第1コンベヤ252の上方で横方向の中央に配置されている。

この実施例において、原材料は大きな粒子262としてチューブ270のような適当な手段により第2コンベヤ258の頂部側へ導かれ（図示されるように）、これによりそれらの粒子は第2コンベヤ258の端部へ搬送されて（図示されるように左方へ）、第1コンベヤ252の頂部側へ落下される（図示されるように）。粒子262は第1コンベヤ252により第2コンベヤ258の直ぐ下側へ搬送され、これにより電源280により発生されるアークがそれらの粒子を分解

してナノ単位の大きさの粉末264にする。

第2B図における設定は、最初の運動はキャリヤベルトが最初の材料およびナノ単位の大きさの粒子を捕集装置へ搬送する必要性を排除するような配列とされる。付随的に、平坦または円筒形の電極が使用される。

#### 高温火炎の噴射

第3A図は、高温火炎の噴射技術によってナノ単位の大きさの粒子を作る装置300を図示している。酸素-アセチレントーチのノズルに類似のノズル組立体302がこの技術で使用されている。

ノズル組立体302は以下の同芯部材を含む。すなわち

最内テーパーチューブ304と、

チューブ304を包囲する中間テーパーチューブ306と、

テーパー穴を有し、チューブ306を支持する管状フェルール（ノズルチップ）308と、

チューブ304、306およびフェルール308を取囲む外側の一般的に円筒形のハウジング310とを含む。

最初の（原）材料320は最内チューブ304の穴に導入され、給送ガス（矢印312で示される）によりそれを通して推進されるのであり、この給送ガスはキャリヤガスとしても作用する。部材304、306および308の同芯整合は粒子がフェルール308の開口から排出されることを保証し、またそれらの粒子がチューブ304の端部開口より明らかに大きくないことを保証する。給送ガスは単純に空気とされることができる。

燃料（矢印314で示される）は中間チューブ306の穴の中に導かれ、すなわち内側チューブ304の外表面と中間チューブ306の内表面との間に導かれる。燃料は、アセチレン、プロパン、水素などで構成される材料の群から選択され、ガスの形態であることが、好ましい。酸素は、燃料（例えば燃料混合物）に導入されるか、または給送ガスとして別個に供給される。

圧縮ガス（例えば圧縮空気）（矢印316で示される）はフェルール308の穴内に導入され、すなわち中間チューブ306の外表面とフェルール308の内面

との間に導入される。

使用において、燃料はいずれかの適当な手段により添加されて、火炎（点線で囲まれた「F」の部分）をフェール（ノズルチップ）のオリフィス開口に与えるようにされる。火炎は原材料320（例えば $\text{CaCO}_3$ ）を加熱して、それをナノ単位の大きさの粉末322（例えば $\text{CaO}$ ）に分解するようになる。圧縮ガス316はナノ単位の大きさの粒子322を冷却（「捕集」）して、分解したナノ単位の大きさの粒子が集塊化するのを防止する（圧縮ガスにより搬送される粒子を拡散、すなわち「円錐形」に拡げることが点線326で示されている）。偏向装置324がナノ単位の大きさの粒子を簡単に「制止」して、捕集容器（330）の隔壁（334）に向かって流れるように偏向させる。

2つの隔壁を有する捕集容器330が、圧縮ガスで搬送された粒子の形成する柱状流動部分(plume)の下方に配置される。この容器330はノズル302の基端側（ノズルに近い側）にナノ単位の大きさよりも大きい粒子を捕集するための隔壁332を有し、またノズル302の先端側（ノズルから離れた側）にナノ単位の大きさの粒子を捕集するための隔壁334を有する。捕集容器330は、第1図の捕集装置118と同様に機能する。

この分解反応のガス副生物は容器330から単純に上昇し去るが、毒性であるならば適当手段により捕集されて適当に廃棄される。

本発明のこの実施例の概念によれば、火炎温度は最初の材料の適当な分解を保証するように制御される。例えば、炭化カルシウムを分解するには、火炎温度は少なくとも摂氏温度で825℃に保持されねばならない。

先の実施例におけるように、集塊化を防ぐために、生成されるナノ単位の大きさの粒子を冷却することが必要となる。このために、圧縮ガスが冷媒として作用できる。

この実施例に関しては、最初の材料および生成されるナノ単位の大きさの粒子は、第1図の実施例（レーザー融発）とほぼ同じである。

#### 高温プラズマ噴射

第3B図は、高温プラズマ噴射技術でナノ単位の大きさの粒子を作る装置35

0を図示している。燃料(314)が使用されないこと、およびプラズマ(P)が火炎(F)の代りに原材料をナノ単位の大きさの粒子に分解するための熱源として使用されること以外は、この実施例の技術は第3A図に非常に類似している。

以下の部材、すなわちノズル組立体302、最内テーパチューブ304、中間テーパチューブ306、管状フェルール308、および外側ハウジング310は先の実施例から持越されている。

最初の(原)材料220は最内チューブ304の穴の中に導入され、それを通して給送(キャリア)ガスにより推進される(矢印312で示すように)。部材304、306および308の同芯整合は、これらの粒子がフェルール308の開口から排出されることを保証し、またそれらの粒子がチューブ304の端部開口より明らかに大きくないことを保証する。給送ガスは単純に空気とされることができる。

熱伝達端(矢印314で示される)は中間チューブ306の穴の中に導かれ、すなわち内側チューブ304の外表面と中間チューブ306の内面との間に導かれる。熱伝達端は、アルゴン(Ar)のようなガス形態であるのが好ましい。

圧縮ガス(例えば圧縮空気)(矢印316で示される)はフェルール308の穴内に導入され、すなわち中間チューブ306の外表面とフェルール308の内面との間に導入される。

使用において、最初の材料はフェルールのオリフィス開口に発生されるプラズマ(点線で囲まれた「P」の部分)で分解される。プラズマ(例えば、アルゴンプラズマ)は原材料320(例えば $\text{CaCO}_3$ )を加熱して、それをナノ単位の大きさの粉末322(例えば $\text{CaO}$ )に分解するようになる。圧縮ガス316はナノ単位の大きさの粒子322、および残留する原材料320の全てをほぼ直線

路に沿って偏向装置324へ向けて搬送する(圧縮ガスで搬送される粒子を拡散、すなわち「円錐形」に拡げることが点線326で示されている)。偏向装置324がナノ単位の大きさの粒子を簡単に「制止」して、捕集容器(330)の隔壁(334)の中へ向かって流れるように偏向させる。捕集装置(324、33

0, 332, 334)は第3A図のそれと本質的に同じであり、分解反応のガス副生物は容器330から単純に上昇し去るが、毒性であるならば適当手段により捕集されて適当に廃棄される。

本発明のこの実施例の概念によれば、プラズマ温度は最初の材料の適当な分解を分解を保証するように制御される。例えば、炭化カルシウムを分解するには、プラズマ温度は少なくとも摂氏温度で825℃に保持されねばならない。

先の実施例におけるように、集塊化を防ぐために、生成されるナノ単位の大きさの粒子を冷却することが必要となる。このために、圧縮ガス（例えば、空気）が冷媒として作用できる。

この実施例に関しては、最初の材料および生成されるナノ単位の大きさの粒子は、第1図の実施例（レーザー融発）とほぼ同じである。

本発明のこの実施例によれば、プラズマを誘起する技術は電気アーク、レーザー、マイクロ並、RF、高温フィラメント、ならびに他の出力伝達源、例えばX線、中性子などを含む。例として、ACまたはDC電源380が最内チューブ304と中間チューブとの間に接続される。

明らかなように、与えられた技術の或る種の元素は他の技術に組込まれることに成功する。一般に、上述で開示した技術は、以下の例示的応用例（使用例）に関して、ナノ単位の大きさの粉末を作るための以下の分解技術を使用して、以下の最初の材料から以下のナノ単位の大きさの粉末を作るのに有用である。すなわち、

ナノ単位の 大きさの粉末	最初の材料	分解技術	例示的な応用例
CaO	CaCO <sub>3</sub> Ca(OH) <sub>2</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒
MgO	MgCO <sub>3</sub> Mg(OH) <sub>2</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒
TiO <sub>2</sub>	Ti(OH) <sub>4</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素
VO <sub>2</sub>	V(OH) <sub>3</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素
FeO	Fe(OH) <sub>3</sub>	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素



$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素
$\text{Y}_2\text{O}_3$	$\text{Y}(\text{OH})_3$	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 セラミックス 複合材 研磨剤 被覆 塗装 エンジニアリング 要素
Au	Au	レーザー、火炎 プラズマ	結合剤 接着剤
Cu	Cu	レーザー、火炎 プラズマ	結合剤 接着剤
Zn	Zn	レーザー、火炎 プラズマ	結合剤 接着剤
$\text{SiO}_2$	珪素 ハロゲン化物 珪酸塩	レーザー、アーク 火炎、プラズマ	吸着剤 触媒 離型剤 光学材

明白なように、広範な材料が本発明の技術で製造できる。エネルギー源の変数（出力、温度、焦点）、ガス流量、圧力および距離／時間の各々に関して、粒子の移動は歩留りに影響する変数に含まれる。しかしながら、これらの変数は経験的に最適化される必要がある。

寸法で粒子を分離する技術が開示された。各種寸法のナノ単位の大きさの粒子を分離するのに篩いなどを使用することは本発明の範囲に含まれる。

#### 先行技術から本発明を識別する説明

前述した米国特許第4619691号（「アラヤ氏」）は超微細粒子を定義していない。本発明はナノ単位の大きさの材料を合成する技術を明確に開示する。

粒子の形成する柱状流動部分は、高密度の部分的にイオン化された金属蒸気として定義される。アラヤ氏によれば、柱状流動部分の現象は最も顕著であり、アークエネルギー、電気放電エネルギーおよび電子ビームエネルギーがこの処理を助ける。これは、多少とも直接的でない。本発明は柱状流動部分を必要とせず、また形成せず、最初の材料は直接的に分解される。例えば、本発明によれば、炭酸カルシウムおよび炭酸マグネシウムがそれぞれの酸化物に分解され、水酸化物は酸化物に分解される。これらの発明に拘る処理はいわゆる「柱状流動部分」を形成せず、いかなるイオン化された金属蒸気も全く必要としない。アラヤ氏は最初の材料として金属を明確に使用しており、またNd-YAGレーザーを使用しており、その組合わせは金属イオンを形成する適当条件を与える。アラヤ氏の処理における固有の限界は、金属以外の材料（例えば酸化物、炭酸塩、硫酸塩、磷酸塩、硫化物など）が最初の材料として使用されるならば、イオン化された金属蒸気の柱状流動部分は形成されない。アラヤ氏と本発明の教示とのポイントとなる相違点は、本発明の処理が吸熱反応をお越し、これはレーザーエネルギーにより開始されて、持続されるということである。本発明とアラヤ氏との間の他の異なる留意点は、以下のことを含む。すなわち

(1) アラヤ氏は室を使用する（必要とする）。本発明は室を必要としない。

(2) アラヤ氏は、炭化物、窒化物または酸化物を作るのにメタン、フレオン、プロパン、窒素、または酸素を含む反応ガスを必要とする。本発明はこれらのガスを必要とせず、これらの材料の供給源は固体の最初の材料である。さらに、アラヤ氏の方法は一般に有毒な反応ガスを使用するので、密閉した室を必要とする。本発明はそのような拘束を受けない。

(3) 本発明はナノ単位の大きさの粉末を冷却して集塊化するのを防止することを特徴とする。アラヤ氏はこの特徴に関しては何も述べていない。

(4) アラヤ氏は真空ポンプおよび有り調整装置を必要とし、レーザービームを反応室へ与えるために光学窓を必要とする。これらの機構は本発明では不要である。

前述の米国特許第4289952号（「ハガーティ氏」）は、狭い幅の寸法分

布を有する金属およびセラミックス粉末を製造することに関する。ハガーティ氏

により推測される粒子寸法は $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きい。一般にハガーティ氏はその最少粒径（例えば $10\text{ }\mu\text{m}$ ）は処理時に使用されたビームの最小波長に近いと認めている。今日のレーザーで得られる最小波長は、本発明で合成されるナノ単位の大きさの材料の寸法よりも格段に大きい。本発明はハガーティ氏の処理に固有な限界の影響を受けない。ムハガーティ氏は反応器すなわち反応室や、本発明の処理で必要とされない装置を要求している。ハガーティ氏によれば、フィルタの真空側下流の影響を受ける状況のもとで、フィルタおよびそのフィルタを通過する不活性ガスに粉末製品が依存する。これらの装置（フィルタ、真空装置）は本発明の処理で必要とされない。ハガーティ氏によれば、レーザービームは銅製のヒートシンクを照射し、これは水冷される。これは、レーザーエネルギー（出力）が完全に消費されないという事実による。これ（ヒートシンク作用、冷却）は本発明では考慮されない。本発明の処理は製造した粉末の冷却は考慮する者の、反応装置の冷却は考慮しない。第1に、ハガーティ氏は圧力調整装置および光学窓を必要とするが、これらのいずれも本発明では要求されない。

上述した米国特許第4556416号（「カミジョウ氏」）は、室と、蒸発源と、真空ポンプ装置と、レーザービームを反応室内へ与える光学窓とを必要とする。カミジョウ氏は揮発金属化合物および（または）蒸発金属のガスおよび反応ガスを必要とする。本発明は揮発または蒸発源に拘束されることはない。むしろ、反応は表面およびバルク（bulk）固体上で開始される。カミジョウ氏は、直線放電電流、高周波放電、およびマイクロ並放電で構成される少なくとも一つの付加的な電源によって前記反応室を放電状態にするための手段を必とし、また放電状態の反応室を通してレーザービームを照射して、その混合物を加熱することを必要とする。本発明は反応室、放電状態、付加的な電源などを必要としない。

結合およびろう付けにナノ単位の大きさの材料を使用する

本発明のこの概念は、その1つの基本的な目的として関係されるところであり、ペーン（ブレード）を自動変換器味のボウル組立体（インペラまたはタービン）のボウル部材に結合する。この目的を達成するために各種の技術がこれまで論

議されてきた。

周知のように、自動変換装置は、基本的部材として駆動部材として作用するインペラ（流体に運動を伝える）と、被駆動部材として作用するタービン（運動する流体の作用を受ける）と、反応部材として作用するステータとを含む流体連結装置である。

第4A図および第4B図は先行技術の自動変換器インペラ組立体400を示しており、この組立体は外側ボウル部材402と、内側シュラウド部材（トラスリング）404と、複数のブレード部材406（406a...406n）とを含んでいる。ボウル部材402は図示されるようにボウル（深皿）形状をしている。シュラウド部材404は図示されるように環状形である。ブレード部材406は本質的に平坦であり、モノリス（すなわち単層）で湾曲しており、各ブレードは外側（ボウルに向う）の湾曲縁408および内側（シュラウドに向う）湾曲縁410を有している。ボウル部材402の円周方向のブレード受入れ領域403はトロイダル形状をしており、その外形は全体的にペーン（ブレード）406の外側縁408の外形に一致している。シュラウド部材404の外形は、ペーン（ブレード）406の内側縁410の外形径に一致している。

第4B図に最も良く見られるように、ブレードの外縁408（複数のペーン（ブレード）のうちの1つだけが第4B図に406で示されている）は3つのタブ421、422、423を備えており、これらのタブはボウル部材402のトロイダル部分403のそれぞれ対応するスロット431、432、433に嵌合する。同様に、ブレード406は2つのタブ424、425を備えており、これらのタブはシュラウド部材404のそれぞれ対応するスロット434、435と嵌合する。周知のように、スロット434、435を通して挿入した後、タブ424および425はシュラウド部材の内面上でロール加工（曲げ加工）されて、（1）シュラウド部材404を保持する、（11）ペーン（ブレード）を所定位置に保持する、ようになる。一般に、ペーン（ブレード）はシュラウドにより互いに対して固定されることでボウル部材から離脱するのを抑制され、外側タブ（421、422、423）をボウル部材のスロット（431、432、433）から

離脱を生じる方向へ移動する自由度はシュラウド部材により拘束される。一般に、ボウルスロット431、432、433はボウル部材をその内面から部分的に通って延在しているだけである。（これは、インペラの一般的な場合である。

タービン部材では、ボウルのスロットは典型的にはボウルを通して完全に延在する。）しかしながら、上述したように、シュラウドスロット434および435はシュラウドを通して完全に延在しており、内側タブ（424および425）がそこを通して曲げられることができるようにしている。

ペーン406がボウル部材402の内面402aに固定的に嵌合されることが一般的に意図されて、ペーンとボウル部材との間の流体の漏れを防止し、またペーン（ブレード）を備えたボウル部材により流体を最大限に推進できるようになる。しかしながら、前述したように、この「漏れ防止」(leakproofness)は容易に達成できず、様々な技術がこの問題に対処するために提案されてきた。ペーンをボウルに固定する機械的手段は、ペーンとボウル部材との間に間隙が形成されることを避けられず、この間隙は使用時に効率低下をもたらす。第4A図において、様式化された間隙412がブレードの外縁408とボウル部材402の内面402aとの間に示されている。第4A図および第4B図は総体的ではないが先行技術を表すことをいとされており、本発明の特別な応用例（使用例）を説明する限定の意図はない説明のために与えられている。

第4A図および第4B図に示されるように、反応物質420がボウル部材402の中央に取付けられている。典型的には、ハブ420はボウル部材とは異なる方法で処理される。例えば、ボウル部材は鋳造されてスタンプ加工されるが、ハブは熱処理（硬化される）されて機械加工され、鍛造される。上述で説明したように、ボウル（ハブを所定位置に有する）のいかなる質量加熱もハブの硬度（テンパー）を失うことになり、その集合的な丸い形状も恐らく歪めることになる。

上述で説明した他の問題点は、圧力作用のもとで、ボウル部材がバルーン状に膨らむ（膨張する）傾向を有すことであり、既に生じているあらゆる漏れ（ペーンとボウルとの間の）が悪化して、さらにボウル部材に大きな応力を与えることになる。漏れは、高いトルク伝達状態のもとでの流体連結（例えば自動変換器）

の流体流れ特性に悪影響を増える。

一般的な提案として、シュラウド部材(404)の機能および目的はベーン(406)を第1に安定化させ、流体の流れを方向決めする。明白なように、シュラウド部材(404)はベーンとボウルとの間の漏れを減少させるために何も

しない。それだけでなく、シュラウド部材(404)はボウル部材(402)のバルーニングを十分に減少させることができない。

本発明によれば、ベーン(ブレード)のような部材は、ボウルおよびシュラウドのような部材に結合することで、結合されるのであり、部材を質量加熱せず、比較的低温で行うことが好ましい。

#### 部材を互いに結合する

第5A図、第5b図および第5c図は、様式化された(標準化された)方法で本発明の技術を示している。本発明によれば、2つの部材、例えば鋼製部材をタブやスロットのような機械的手段を使用しないで結合することが望まれる。(勿論、2つの部材はタブおよびスロットのような機械的手段でまず結合され、または部分的に結合されるが、これは図面に示していない。)このために、部材502の一つが部材504の他方に対して適当な位置決め機構506(例えばロボット)により突合わされる。この例では、一つの部材502の縁部502aが他方の部材504の面504aに突合わされる。位置決め機構506から一方の部材502へ延在する点線508は、ロボット機構506に部材を位置決めするために部材502を把持するための作動体(effector)、リンケージ、制御アーム、などを示す。このような位置決めを実行するために、複雑な幾何学形状の部材(第4図のボウル402のような)に関しては、ジグに保持された静止部材(例えば504)のコンピュータ(データベース)「モデル」を有することが望ましい。このようにして、複数の非静止部材(502)が正確な位置に運ばれ、静止部材(504)の上の位置に対して配向される。このような位置決め機構(手段)を実施することは本発明が最も深く関係する技術分野に通常の知識を有している者の視野に十分に含まれる。明白なように、このような位置決め機構は、複数のベーンを自動変速機のインペラ組立体のボウルに位置決めして、ベーン(個個に

または群として) 所定位置に保持してペーンをボウルに結合する(例えば、結合手段により) するのに好適である。

第5A図に示されるように、部材502および504は互いに接触する互いに対する所望位置と一緒に運ばれている。

次ぎに、第5B図に示されるように、結合材料510の細長いストリップが2

つの部材502および504(の間のシーム接合位置で) 結合される全長に沿って付与される。図示されるように、結合材料510は結合部の両側(すなわち部材502の両側) に付与されるが、結合材料は結合部の少なくとも一つの側に付与される(第5C図に示されるように) こと必要とするだけである。以下に非常に詳細に説明されるように、結合材料210は「自己硬化する」材料であっても、なくてもよく、ナノ単位の大さの粒子(粉末)を含んでも、含まなくてもよい。結合材料はペースト、粉末、テープ、結合される部材にエアロゾルで「塗装される」、プリペグ(pre-peg)などの形式のものとされ得る。例えば、結合材料のスラリー(すなわち部材との混合物)が犠牲裏当てを有する転写テープ上に形成され、またテープの媒体によってろう付けされるべき結合部に付与される。これに代えて、結合材料のスラリーは結合剤によって結合される部材(被加工材料)の特定の面積部分に塗装される(スクリーン印刷技術を用いて)ことができる。

次ぎに、第5C図に示されるように、エネルギー源が結合材料に向けられたエネルギービーム522を与えて、その結合材料を反応させ、または点火して、2つの部材502および504をその結合部にて結合させる(例えば、ろう付け)ようにする。

エネルギービーム522はレーザー(例えばNd-YAGまたはCO<sub>2</sub>レーザー)、火炎、アーク、プラズマ、スパークなどのようないずれかの適当な手段(520)により発生され、結合材料510に沿って「移動(walk)」するように制御できることが好ましい(図示していないが静止ミラー、ノズルなどによる)。(火炎、アークまたはプラズマの場合にはビーム522はビームとはされず、ビームはレーザーエネルギー源の無場合である。) しながら、ビーム522の

示しているものは、これらの代替エネルギー源の「出力」を図示する。本発明が最も深く関係する技術分野に通常の知識を有している者は、適当なエネルギービームに対するこのような動きの制御を実行する（例えばビームを或位置に向ける、ビームを結合部に沿って移動させる、など）方法を容易に理解するであろう。

本発明は、前述した同一出願人の保有する米国特許出願第08/296550号に開示されているような低熔融温度の結合材料の特別な利点を享受する。これ

らの材料はナノ単位の大きさ（本明細書では100ナノメートル以下と定義する）の寸法の金、カドミウム、どう、亜鉛などの粒子（粉末）を含む。この明細書で留意するように、体積に比較して比較的大きな表面積を有するこのようなナノ単位の大きさの粉末は著しく低下された熔融温度を示す（すなわちナノ単位の大きさでない粒子に比較して）。これは、「通常の」結合温度（約1000℃）が望ましくない歪み、焼鈍などを結合される部材の一方または両方に引き起こしてしまうような応用例に対して使用することが理想的である。ナノ単位の大きさの粉末の結合材料は、2つの部材を一緒にして接着（結合）するために、十分に低い温度で（すなわち体積の大きなナノ単位の大きさでない場合の同じ材料よりも）、例えば400℃より低い温度で、熔融（再結晶化）できる。従来の（高温度）の結合技術を上回るこのような「1桁上の」（order of magnitude）の改良は、これまで結合するのが不適當と考えられた応用例に対する結合技術の適用を拡げる多くの利点を与える。

部材を結合するのにナノ単位の大きさの材料を使用する例示的な利点（すなわちナノ単位の大きさでない材料に対比して）の中で、小さな寸法のナノ単位の大きさの材料は部材を互いに一層接近させた状態（部材の間の間隙を小さくして）で結合できるようにすることであり、これは部材の一層の均一結合を行うことを可能にする。

上述で説明したように、レーザー（520）は結合材料を熔融（反応）させるのに有利に使用でき、また自己保持結合材料の結合を開始させるのに使用できる。レーザーを使用する利点は（例えば電気アーク、火炎などの使用に対比して）



(a) 浸透深さ(すなわち結合される部材の内部への)がレーザー質量電力を制御することで、簡単に調整することができる。

(i) 自己保持結合材料の結合を開始するためにレーザーを単独で使用する場合、浸透深さは基本的に与えられない。

(b) スポット寸法(例えば焦点)を制御することで一般に達成される局部加熱は、結合される部材に対する熱伝達を少なくすることを保証し、また結合材料に対するエネルギーを最大化させる。この特徴の利点は以下のことを含む。すなわち、

(1) 結合される部材(「被加工物」)の熱歪みが一般に小さくなる。

(2) 熱感応性の部材に密接に接近して結合(例えば結合剤による)が行える。

(3) 結晶粒成長および焼鈍のような被加工物の金属学的損傷が容易に回避される。

(c) 本明細書に開示したように、レーザー結合は自動化に良好に適する。

ナノ単位の大きさの材料を結合材料として、または結合材料の成分として使用する(例えばペースト、粉末など)ことの利点が幾つかある。表面原子はそれらのバルク・ピア(bulk peer)(同じ材料の大きな粒子)よりも小さい配位数を有するので、クリスタルライトの原子間の平均自乗変位(mean square displacements)は結晶質が減少し、表面原子数が増大するにつれて増大する。ナノ単位の大きさの材料(例えば、粒子)は非常に大きな表面積を有する(与えられた体積に対して)ので、与えられたナノ単位の大きさの結晶質粒子における原子のかなりの部分は粒子の表面に位置する。事実、バルク固体格子および単一分子構造の間の遷移構造として結晶質材料を考えることができる。したがって、バルク材料の極性は十分な影響を受ける。例えば、ナノ単位の大きさの材料の溶融温度は、対比されるバルク固体の溶融温度よりも格段に低い溶融温度を示す傾向を見せる。例えば、多くのナノ単位の大きさの結晶質金属相の溶融温度400℃より低い(これに対してバルクのカウンターパートは1000℃を大きく超える溶融温度を

示す)。

アルミニウムおよびマグネシウムは、結合材料(粉末)のペーストに対して、特にナノ単位の大きさの結晶質の形態で組合される好ましい材料である。(しながら、ナノ単位の大きさのアルミニウムはナノ単位の大きさのマグネシウムよりも一層容易に得られることを理解しなければならない。)第1の例で、アルミニウムおよびマグネシウムはいずれも極端に散熱的(exothermic)である。一度点火されたならば、その反応(例えば、燃焼)は元素金属が残存する限り燃焼を持続する。アルミニウムの酸化反応は非常に多量の熱を与え、例えば鉄道工業において鋼材を溶融するのに使用されるほどである。(アルミニウムを酸化させて $Al_2O_3$ を作る熱は $-399.1 \text{ Kcal/mol}$ である。鉄およびアルミニウム

に溶融入力されるエンタルピーは、それぞれたったの $3.6$ および $2.6 \text{ Kcal/mol}$ である。これは、1モルの $Al_2O_3$ の形成が112モルの鉄を溶融するだけの大きな熱を与えることを意味する。)

本発明によれば、アルミニウムおよび(または)マグネシウムのナノ単位の大きさの粉末を含有する結合材料は、低温度での結合を行うだけでなく、結合材料の全量を反応させるために結合材料の一点が着火される(点火される)ことのみ要求する自己保持反応も行う。散熱的反応で解放される熱が、この散熱的材料に組入れられている結合材料の全量の反応を保持する。アルミニウムおよびマグネシウムのナノ単位の大きさの粒子を十分な内方へ向かう内容量で有している例示的な結合材料が、以下に説明される。ナノ単位の大きさの成分(アルミニウムおよびマグネシウム)の一つだけが自己保持結合材料に使用されることは、本発明の範囲内である。これらの2つの成分の一方のみを利用できるならば、アルミニウムの方が僅かに好ましい。

結合される2つの部材の結合部に同時に結合材料およびビームが付与されることも本発明の範囲である(すなわち、第5B図および第5C図に暗示されるように、結合材料の細長いストリップをまず最初に結合部を形成される長さに沿って付与し、次ぎに結合材料の細長いストリップを反応させるということではない。)

本発明が最も関係する技術分野に通常の知識を有する者は、本明細書の教示に

鑑みて、粉末（例えばナノ単位の大きさの粒子成分を含有する粉末）を機械化されるが好ましい適当な加圧ノズルで供給できることを認識するであろう。明らかに、エネルギー（供給源520から）の付与と同時（一時的）に粉末を供給するとき、粉末および供給源（520）からのビーム（522）はともに結合部を形成すべきスポットに向けられて、その局部での結合材料の溶融（反応）を保証しなければならない。

本発明は、ナノ単位の大きさの散熱的材料を含有することが好ましい結合材料を反応および（または）点火させるためにレーザーを有利に使用する。レーザーからのビームは既に付与された結合材料の量に沿って移動され、結合材料を反応（例えば、溶融）させるか、自己保持する散熱的結合材料の局部を点火させるのに使用することができる。

特にベーンを自動変換器のインペラ組立体のボウルに結合するのに適用可能な本発明の好ましい実施例では、200W（ワット）の出力を有し、0.5ms（ミリ秒）の持続時間を有するパルスを放射し、ビーム径が約1.5mm（ミリメートル）のNd-YAGレーザーが結合材料の量（例えば、長さが約50.8mm（2インチ）の細長いストリップの形態をしている）を1秒以内で走査する。

本発明の代替実施例では、500W（ワット）の出力を有し、1.0ms（ミリ秒）の持続時間を有する260Hz（ヘルツ）の周波数のパルスを放射し、ビーム径が約1.5mm（ミリメートル）のNd-YAGレーザーが結合材料の量（例えば、長さが約50.8mm（2インチ）の細長いストリップの形態をしている）を1秒以内で走査する。

#### 例1

特にベーンを自動変換器のインペラ組立体のボウルに結合するのに適用可能な本発明の実施例では、これに限定されるものではないが、以下の材料成分を有する自己保持する（散熱的）結合材料が使用される。すなわち

材料	重量%	粒径
セリウム	2%	$< 1 \mu\text{m}$
ほう素	3%	$< 1 \mu\text{m}$
クロム	5%	$< 1 \mu\text{m}$
ニッケル	12%	$< 1 \mu\text{m}$
マグネシウム	18%	$< 1 \mu\text{m}$
アルミニウム	15%	ナノ単位の大きさ
錫	2%	$< 1 \sim 3 \mu\text{m}$
亜鉛	5%	$< 1 \sim 3 \mu\text{m}$
銅	20%	$< 1 \sim 3 \mu\text{m}$
銀	18%	$< 1 \sim 3 \mu\text{m}$

これらの材料（元素、不純物）の相対量は、特定の応用例で望まれるならば増大（または減少）させることができる。ナノ単位の大きさのマグネシウムが利用

できるならば、自己保持結合材料の混合物にされるのが好ましい。

一般に、クロム、ニッケルおよびほう素のような元素は、結合材料のフラックスとしての機能に寄与し、アルミニウムまたはマグネシウムのような元素は結合材料に自己保持特性を与え（imbue）、また銀および銅のような元素は得られた結合剤の延性、結合強度および破壊強度に寄与する。

一般に、粒状の元素は結果として得られる結合剤に所望される結合強度、結合される部材の材料、および応用例の特定変数にしたがって特定元素が選択される。

## 例2

本発明によれば、結合材料として使用するのに適した元素の他の混合物は、以下の元素を含む。すなわち、

ほう素（ $< 1 \mu\text{m}$ ）、ニッケル（ $< 1 \mu\text{m}$ ）、ナノ単位の大きさのアルミニウム、銅（ $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ）、銀（ $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ）、および鉄（ナノ単位の大きさが好ましい）。

## 例3

本発明によれば、結合材料として使用するのに適した元素の他の混合物は、以下の元素を含む。すなわち、

クロム（ナノ単位の大きさが好ましい）、アルミニウム（ナノ単位の大きさが好ましい）、および鉄（ナノ単位の大きさが好ましい）。

#### 例4

本発明によれば、結合材料として使用するのに適した元素の他の混合物は、以下の元素を含む。すなわち、

ほう素、クロム（ナノ単位の大きさが好ましい）、亜鉛（ナノ単位の大きさが好ましい）、および銀（ナノ単位の大きさが好ましい）。

自動変換器のボウルにペーンを結合するのに適用される場合、以下に説明するように（第6図に関して）、このような結合材料（例えば例1の材料）は、本発明の技術（例えばレーザーにより結合材料の自己保持を開始させる）と関係し、 $91.4 \text{ kg/mm}^2$ （130000プサイ）より大きい結合（ろう付け）強度を発生し、ボウルの全体的な質量加熱がたった35℃までで、局部的加熱がたった65℃とされて、使用される。

理解すべきことは、本発明は自動変換器のインペラのボウルに複数のペーンを結合することに関して基本的に説明したが、本明細書に記載の技術は2つの部材を制御された状態で結合することが望まれるような他のあらゆる環境に対して実質的に適用でき、特に質量加熱、または被加工物が隣接面積部分の加熱が関係し、それを最少限に抑制するか回避することが望まれる場合に、適用できるということである。

#### インペラにペーンを結合する

第6図は、本発明の技術で組立てられた自動変換器のインペラ組立体600の部材を示しており、この組立体は外側ボウル部材602と、内側シュラウド部材604と、複数のブレード部材（606a...606n）を含んでいる。ボウル部材602は、図示したように深皿（セミトロイダル形状）である。シュラウド部材604は図示するように環状形である。ブレード部材606は本質的に平坦且つまた湾曲しており、各ブレードは外側（ボウルに向う）の湾曲縁608お

よび内側（シュラウドに向う）湾曲縁610を有している。ボウル部材602の円周方向のブレード受入れ領域603は湾曲しており、その外形は全体的にペーン606の外側縁608の外形に一致している。シュラウド部材604の外形は、ペーン（ブレード）606の内側縁610の外形に一致している。周知のように、ペーン606をボウルの回転軸線に対してほぼ半径方向に取付けることが望ましい。周知のように、ボウルは中央ハブ620を備え、このハブは熱処理硬化鋼である。

第4図のインペラ組立体400に対比すれば、第6図のインペラ組立体600においては、ペーン606の外縁608および内縁610はタブ（421～425）を備えても、備えなくてもよく、これらのタブはボウル部材（402）およびシュラウド部材（404）に形成されている対応するスロット（431, 435）にそれぞれ嵌合する。むしろ、ペーン606はボウル部材602の内側面（シュラウドに向う）602aとシュラウド部材の外側面（ボウルへ向う）604aとの間に正確に嵌合するように形成されて、ペーンとボウルとの間の漏れを防止（または少なくとも最少限に止める）するとともに、ボウルの補強をなしてペーンがボウル内に固定されるように、また自動化された組立て手順にそれ自体

が良好に適合できるようになされる。漏れを防止する（最少限に止める）ことに関して、各ボーンの少なくとも1つの側面の全長がボウルの内面にろう付けされることが好ましい。このようにして、伝達流体の効率的な推進を阻害する間隙（412に対比される）がなくなり、また対応してインペラの効率が増大し、このようにペーンがろう付けされたインペラを備えた自動車の全体的な燃料効率を増大するようになる。一般に、本発明は少なくともボウルにペーンを結合することを必要とし、特にシュラウドに結合することを必要とする。シュラウドにペーンを結合する場合、ペーンはシュラウドのスロットを通して延在するタブを有し、曲げた後、シュラウドにろう付けされることが推測される。ペーンがボウルに単独でろう付けこと、また通常のタブおよびスロットを用いてシュラウドに固定されることは本発明の範囲に含まれる。また、以下に与えられた説明から、全てのペーン内縁を固定するシュラウドを有する必要のないことも、本発明に含まれ

る。

タブおよびスロットがなく、結合によりシュラウドに対してペーンを結合することに関係して、ボウルに対して最初にペーンを組付ることは、ペーンとシュラウドとの間の結合部に多少アクセスしにくくする。レーザー（および好ましくは自己保持結合材料の使用）を使用して結合を行うために、レーザー（520）からのビーム（522）は保有するエネルギーを維持するのに十分な容量を有する繊維光学ケーブルを通して照射される。これらの相対的にアクセスできない結合部におけるビームの扱は、位置決め機構（例えば、適当な端部作動体を有する工業ロボット）で容易に実行できる。

第6図は、本発明の技術の多くの様々な応用例を代表するように意図しているが、総体的なものではない。例えば、複数のペーンをトルクコンバータインペラのボウルに結合するのと同様にして、複数のペーンをトルクコンバータタービンのボウルにろう付けすることは、十分に本発明の範囲に含まれる。集合的に、インペラボウルおよびタービンボウルの部材は自動変換器の「ボウル部材」として用語を定められる。

複数のペーンを自動変換器のインペラ組立体のボウルに取付けるために本発明の技術を使用する数多くの利点は、

(a) ろう付け結合部は全長にわたり密封され（漏れ防止、または漏れを最少限に止める）、これによりインペラ組立体の流体の動的効率を向上させる。

(b) 重大なボウルの質量加熱がなく、これによりボウルの歪みおよび（または）焼鈍を回避する。

(c) ボウルに固定されるペーンの個数、角度および形状は、ボウル（例えば、ボウルのスロット構造）を変更せずに半径方向に変化される。

(d) この処理は高度に自動化可能である（例えば、ペーンはロボット機会によってボウルに半径方向に位置決めされ、結合材料は様々な形態で供給でき、またエネルギーもまた自動機会でも容易に供給できる）。

本発明の他の利点は、上述した先行技術の結合技術に対して、ペーンとシュラウドとの副組立体をまず形成し、次ぎにこの副組立体をボウルに挿入して結合す

るような段階を必要としない。（しかしながら、ペーンが最初にシュラウドにろう付けされ、次ぎにそのペーン／シュラウドの副組立体がボウル内部に配置され、ペーンがボウルにろう付けされる段階は、本発明に含まれる。）まず第1に、これらの技術は、上述した質量加熱に関連した問題点に悪影響されるボウルの炉による（質量）加熱に一層適合する。さらに、この技術の使用は、シュラウドがペーンに組付けられて副組立体を形成するときに、ペーンを所定位置に保持するジグの使用を必要とする。

本発明の概念によれば、シュラウド部材を組立体（あるならば）に結合する前に、複数のペーンは1つずつ（または直径方向に対置された対をなすペーンのように群として）自動変換器のボウル部材に組立てられる（ろう付けされる）。好ましくは、ボウル部材は静止状態に保持され、ペーンは適当な位置決め機構（206と対比される）によりボウル部材の内部に位置決めされる。一旦所定位置に位置されると、好ましくは細長い結合材料のストリップを結合部の全長に沿って付与し、次ぎに自己保持結合材料をレーザーからの指向ビームで点火することにより、各ペーンが個々にボウル部材にろう付けされる。

この代りに、全てのペーンをボウル部材の内部に配置し、次ぎにそれらをろう付けする（1つずつ）ことで可能である。これは特にタブなしペーンの場合に、実施（例えば、ボウル部材の下側に配置されている）磁石を使用して、一時的にペーンを所定位置に保持し、その後方向決めすることで、容易化される。

上述で説明したように、レーザービームは結合材料（好ましくはナノ単位の大さのアルミニウムおよび（または）マグネシウム元素を含有する結合材料）に対して適当に配向され、2つの部材の結合を行う。このようなビームの横断面およびそのビームの焦点が制御できるので、このことは結合部の処理時に局部的な加熱を可能にする。例えば、1mm（ミリメートル）の横断部を有するレーザービームが、上述したようにペーンをボウル部材に結合するのに好適である。一般に、可視および赤外線の波長域で作動するレーザーがこの加熱機能（および点火機能）を果すのが好ましく、紫外線レーザーは加熱に効果的ではなく、望ましくない付着スパッタリングを生じる恐れがある。



第5A図～第5C図に関連して説明したように、まず最初に結合部材料の細長いストリップを結合を望まれる2つの部材の間の結合部の全長に沿って付与し、次ぎにレーザービームを結合材料の細長いストリップの長さに沿って移動させるか、またはこれに代えて結合材料の細長いストリップの単一スポット（局所的な面積部分）にレーザービームを照射することで自己保持（散熱的）反応を開始させることが可能である（スポットは、例えば、結合材料の細長いストリップの端部のような位置とされ、反応が結合材料の細長いストリップの長さに沿って一方向に伝達するようにするか、または結合材料の細長いストリップの中央部分として、反応が結合材料の細長いストリップのの長さに沿って双方向に伝達するようになされる。）結合材料（例えばペーストおよび粉末など）はレーザービームの供給と同時に結合部に供給することができる。

第7図は、結合材料を2つの部材の間の結合部へ供給する一方、供給源（例えば、レーザー）からのエネルギーを結合部に同時に（および本質的に同軸的に）照射して、結合により2つの部材を結合させるのに好適なノズル700を図示している。ノズル700は環状のリング状本体部分702を有し、本体部分は内部を延在（「頂部」から「底部へ」）する開口704を有している。ランナー、すなわちマニホールド706が本体部分702を通して円周方向に配置されている。複数（1以上）の出口オリフィス708がマニホールド706から開口704へ角度を有して延在しており、同軸ではあるがノズルから下方へ偏倚している点

「P」に向けられる（整合される）ようになされる。1つの入力オリフィス710が、ノズル本体702の外部からマニホールド706と連通している。

使用において、材料（ナノ単位の大きさの成分を有するこのような結合剤）が供給源（図示せず）からノズルの入力オリフィス710へ供給され、点線712で示すように点「P」へ向けられる。同時に、レーザービームの形態とされるような供給源からのエネルギーが先714で示すようにノズルを通して点「P」へ向けられる。このようにして、結合材料（712）は2つの部材間の特定の点（または小さい面積部分）に対して、その2つの部材間の結合を形成するように同時に加熱されるようにして、供給されることができる。2つ以上の出力オリフィ

ス708が備えられる場合、シュラウドは各出力オリフィスから出た結合材料が点「P」で一致するように整合される。細長い結合を2つの部材間に形成するために、ノズル全体は2つの部材の結合部に沿って移動される。

第7A図は結合材料と反応エネルギーとを同時に2つの結合すべき部材間の結合部へ供給する代替実施例を図示している。結合材料ノズル752で供給され、点「P」に（矢印762で示されるように）向けられる。レーザーによるなどのエネルギーもまた矢印764で示されるように点「P」に向けられる。

上述で説明したように、一般に、本発明は2つ以上の物品（部材、被加工物）を、その結合される物品と同じかまたは相違する結合材料を使用して、レーザーで結合することを意図している。多分、結合される部材は結合材料と同じ組成を有さない。レーザー以外のエネルギー源が説明されるが、レーザーの使用が一般に好ましい。これはビームの制御が可能で、焦点2つの物品の間の結合部の局所的な加熱が可能だからである。

上述した結合技術の応用例に応じて、また結合される物品の焼鈍および（または）硬化が存在することを考慮することで、レーザー作動変数（例えば波長、焦点）はその応用例に相当となるように、また結合材料の特性（例えば、熔融温度および組成）に相当となるように、容易に調整できる。結合材料は自己合成／反応材料を含む。本発明の利点の中には、物品の材料に対する熱の悪影響を制限するために、結合される物品の材料特性を活用する能力がある。形成される結合の高引張り強度を保証するとともに、クリープを制限し、腐食および疲労耐性を向上させる。

結合材料（例えば、510、612、614）はガス、固体、液体、または固体／液体の混合物の形態とされ得る。鋼製物品を結合する場合、好ましい結合材料はアルミニウム、マグネシウム、クロム、窒素、ほう素粉末、鉄、亜鉛、珪素、銅、銀、炭素、およびそれらの組合せを含む。

上述したように、結合材料およびレーザーが2つの結合すべき部材の結合部に同時に供給されること、および結合材料およびレーザーが結合部の長さに沿って移動することを説明した。結合材料およびレーザーの組合せが結合部の長さに沿

って移動しないことも本発明目の意図する範囲に含まれる。端部（結合部の）において結合を開始させた後、他端へ向かって進行する連続した反応を得ることも可能である（例えば、結合材料だけを結合部の長さに沿って移動させ、反応を開始させた後はレーザーの連続した照射を止めることにより）。

結合される面積部分が小さい（例えば、ミクロン以下の大きさ）場合、密接に焦点を合わせた紫外線レーザーおよびナノ単位の大さの結合剤の使用が必要である。

#### 中空羽根（ブレード）

上記のように、シュラウドの目的は（一般にタブおよびスロットを介して）羽根の内側エッジを固定することにより、羽根を安定化し、および／または強化することにある。第8A図および第8B図は、従来の一層タイプの羽根よりも、より安定で、および／または強い羽根を製造する技術を示すものである。

第8A図はインペラブレードの2つの弧状側面802および804の形状となるようにカット（スタンピング）された板金から成る平らな部品（単一層）を示す。側面802は第6図のインペラブレード606の弧状形状を有し、側面804の形状は側面802の形状に類似している。側面804は点線815、816および817の外側にマージン領域805、806および807が設けられたことにより多少過剰な大きさになっており、中空の管状構造体が最終インペラブレードとなるよう（矢印830に示されるように）側面802へ向けて側面804が折りたたんだ時、側面802へ向けて、点線815、816および817の外側が（それぞれ矢印815、816および817によって示されるように）曲が

るようになっている。このようにして折りたたまれ、マージン領域が曲げられたブレードが第8B図に示されている。それぞれの側面802と804との端部である点線818と819との間にマージン領域808が配置されている。第8B図において、側面802のエッジに合うようにマージン領域804は一部しか曲げられていないように示されている。

側面804を側面802（矢印830）側へ折りたたみ、側面802のそれぞれのエッジに合うようにマージン領域を曲げる際に、適当な態様、例えば接合、

ハンダ付けまたは溶接によりマージン領域のエッジと側面802のそれぞれのエッジを共に接合する。本発明の接合技術は、このエッジを接合するように用いることが好ましい。第8C図、第8D図は中空羽根を形成するための別の技術を示す。第8C図では外周部852および内周部854を有する中空リング形状とすることができる環状素材850を、856および858の位置でカットする。これら2つの位置856と858との間の素材を第8D図に示すように一部を平らとし、自動変速機のボウルアセンブリ内の羽根として用いるのに適した中空弧状部品を形成する。側部エッジ856および858は中空羽根の剛性を増すようにピンチオフし、接合してもよい。

第8A図～第8D図は中空ようにを形成するための単なる技術例である。一般に、後に明らかとなるように、下記に示すようなシュラウドレスボウルアセンブリを形成するのに中空（モノリシックと対照的）羽根に与えられる増加された剛性を有利に使用できる。一般に中空羽根は従来の単一層タイプの羽根よりも大きな固有の剛性のみならず、より改善された流体動力学的特性を示す。本発明は、羽根を安定化するのにシュラウドを必要とすることなく、このように形成された羽根を自動変速機のインペラのボウルに取り付けることができるようにするものである。これら羽根は、本明細書に開示した低温の自己持続性接合材料を用いてボウルにロウ付けすることが好ましい。

これまでに、中空羽根を形成するための多数の異なる技術が記載されている。本発明の範囲内では中空羽根を形成するための別の技術を使用する。

#### ステータ部品

上記説明では自動変速機のインペラーアセンブリとタービンアセンブリを強調

していた。公知のように、自動変速機は一般に流体カップリング中に3つの主要な部品を含む。すなわち（a）インペラーアセンブリと、（b）タービンアセンブリと、（c）ステータアセンブリとを含む。第9図はこれら3つの部品の代表的な装置900を示し、ここではタービンアセンブリ904は（説明を明瞭にするため）、インペラーアセンブリ902に類似し、このインペラーアセンブリに対向して配置されている。インペラーアセンブリ902とタービンアセンブリ90

4との間にはステータアセンブリ906が配置されている。これら3つの組立体の各々には羽根912、914および916がそれぞれ設けられている。羽根912（比較部品406）の内側エッジはシュラウド922（比較部品404）によって係止されており、羽根914（比較部品406）の内側エッジはシュラウド924（比較部品404）によって係止されている。ステータ906の周辺には外側リング626が配置されており、タービンボウルにインペラーボウルが重なるよう、タービンアセンブリ904は外径がインペラーアセンブリ904の外径よりも若干小さくなっている。明らかなように、ステータアセンブリ906はインペラーアセンブリ902またはタービンアセンブリ902のいずれかよりも小さく、その外径はシュラウド922および924の内径にほぼ等しくなっている。一般に羽根912および914には図示するようにノッチが設けられ、ステータ906の外側リングを収容するようになっている。更にシュラウド922および924は互いに離間しているが、環状リングを形成することは明らかである。

第9図の表示では、自動変速機の内側部品（例えばハブ、シャフトおよび同等品）は表示を明瞭にするために省略してある。更に、後に明らかとなるように、本発明は基本的には、（例えば回転軸線側に対して）内側の作動部ではなく、ステータの外側（外周部）の構造に関するものである。従って、表示を明瞭にするため、ステータの内側作動部は様式化されている。

一般にステータ906は低作動（回転）速度でその基本的機能を果たし、流体がタービン904によってインペラー902で放出し戻されないようにしている。ステータ906の羽根916はインペラーが移動し、既に流体を放出しているのと同じ方向に、インペラーにてタービンにより放出し戻された流体を再び向けるような形状となっている。

第9図の横断面から明らかなように、シュラウド922および924をシュラウドによって囲まれたラジアルデッドゾーン（Z1）においてインペラーとタービンとの間で変速流体が流れないように、これを有効にブロックする。変速流体はシュラウドが占めるラジアルゾーン（Z1）の外側のラジアルゾーン（Z2）

においてインペラーからタービンへ流れるようにされ、タービンからインペラーに放出し戻された変速流体はシュラウドが占めるラジアルゾーン（Z1）の内側の中心領域（Z3）ないにステータによって向きが決められる（すなわち再び向きが決められる）。一般に流体は、ハブ、シャフト、一方向クラッチ、スラストベアリングおよび同等部品（これらはいずれも表示を明瞭にするため図からは省略されている）によって占められた中心（軸方向）ゾーン（Z4）を流れないようになっている。インペラーから外側ゾーン（Z2）のまわりを通り、タービン羽根（614）を横断し、内側ゾーン（Z3）内のステータ（606）を通して戻る流体の全体の流れは、矢印930によってほぼ示されている。明らかなように、デッドゾーン（Z1）はかなりの範囲となっており、この範囲はインペラーから（流体媒体を介し）タービンへ運動を与える所望目標に対してはほとんどまたは全く有利ではない。

本発明の1つの特徴によれば、羽根（912, 914）は上記のように、好ましくは接合技術によりシュラウド（922, 924）を用いることなく自動変速機のボウル部品（902, 904）に固定されている。ステータ部品（906）をデッドゾーン内に延ばすことにより（例えばシュラウドレスとすることにより）、デッドゾーン（Z1）をより効果的に制御し、ボウル部品（902, 904）の構造を簡略にしている。これによりボウル部品アセンブリを変更することなく、自動変速機的设计可能な性能を達成できるよう、デッドゾーンを合わせることが可能となる。

本発明の一実施例では、ステータ部品は周辺に配置された環状リングを有し、このリングはこれと置換されるシュラウド部品と同じ大きさで同じ半径となっている。

本発明の別の実施例では、ステータ部品にはディスク状リングが設けられる。このリングはステータ部品の周辺に配置され、シュラウド部品が占めるはずのデ

ッドゾーン内に進入するよう径方向に整合されている。これによりボウル部品のアセンブリの羽根（912, 914）はステータのマージンディスクまでほぼ延びるよう、より大きくすることが可能となっている。いずれの実施例においても

、自動変速機のインペラー（902）およびタービン（904）のボウル部に羽根（912, 914）に係止するシュラウド（922, 924）を省略することにより（例えばインペラーアセンブリおよびタービンアセンブリ上の対向するシュラウドによって形成される環状リング）のシュラウドの流れの向きを定める（流れをブロックする）機能がステータアセンブリによって包含される。これによりタービン、インペラーおよびステータのインタフェースの構造を最適化するように、流体力学に精通する設計者にフレキシビリティが与えられる。

第9A図は、本発明の一実施例に係わる自動変速機の対応する部品の実施例940を示す。この実施例の明らかな特徴は、シュラウド部品（比較部品922, 924）がなく、シュラウド部品によって占められるはずのゾーン（Z1）内にステータがディスク状に進入されることである。インペラーボウル（表示を明瞭にするために省略されている）には複数の羽根942が設けられている。この羽根の各々は上記羽根（612, 406, 606）と同様に全体が弧状となっており、その各々は上記のように中空羽根として製造できる。上記のように低温を使ってインペラーボウルに羽根942を接合することが好ましい。タービンボウル（表示を簡潔にするために図面からは省略されている）には複数の羽根944が設けられている。この羽根の各々は上記羽根（612, 406, 606）と同様に全体が弧状となっており、その各々は上記のように中空羽根として製造できる。上記のように低温を使ってタービンボウルに羽根944を接合することが好ましい。

ステータ946には複数の羽根948が設けられ、これら羽根は従来技術のように（例えば第6図参照）内側ゾーン（Z3）においてステータ上に配置することが好ましい。この実施例では、シュラウド（922, 924）によって占められるはずの中間デッドゾーン（Z2）内にステータが進入している。このステータの周辺エッジには環状リング（トーラス）950が設けられる。このリングはステータの鋳造品の一部として形成してもよいし、別個の部品としてステータに

追加してもよい。このリング950は円形またはほぼ円形（例えば楕円形）であり、（流体流を制御することに関し機能的に）このリングが置き換わるシュラウ

ド922、924と同じ位置に位置するように配置され、（リングが羽根に接触しないよう）羽根（942および944）の内側エッジによって構成される円形スペース以下であり、好ましくは若干小さい横断面の径を有する。羽根948は従来技術の羽根916の流れの向きを再び定める（反転）機能を奏し、（リング950を含む）ステータの周辺方向の伸長部は従来技術のシュラウド（922、924）の流れの向きを定める機能を奏す。

第9B図は、本発明に係わる自動変速機の対応する部品の別の実施例970を示す。この実施例の明らかな特徴は、シュラウド部品（比較部品922、924）がなく、シュラウド部品によって占められるはずのゾーン（Z1）内にステータが進入することである。インペラーボウル（表示を明瞭にするために図面からは省略されている）には複数の羽根972が設けられている。この羽根の各々は（弧状ではなく）ほぼ半円形であり、その各々は上記のように中空羽根として製造できる（羽根972および974は従来の羽根912および914の弧状の内側エッジと対照的にほぼ直線状の内側エッジを有する）。上記のように低温を使ってインペラーボウルに羽根972を接合することが好ましい。タービンボウル（表示を簡潔にするために図面から省略されている）には複数の羽根974が設けられている。この羽根の各々は（弧状ではなく）ほぼ半円形であり、羽根の各々は上記のように中空羽根として製造してもよい。上記のように低温を使ってタービンボウルに羽根974を接合することが好ましい。

ステータ976には複数の羽根978が設けられ、これら羽根は従来技術のように（例えば第9図参照）内側ゾーン（Z3）においてステータ上に配置することが好ましい。この実施例では、シュラウド（922、924）によって占められるはずの中間デッドゾーン（Z2）内にステータが進入している。このステータの周辺エッジにはディスク状（平らなリング状）延長部980が設けられ、このリングはステータの鋳造品の一部として形成してもよいし、別個の部品としてステータに追加してもよい。周辺ディスク延長部980が（流体流を制御することに関し機能的に）置き換わるシュラウド922、924と同じ位置に位置する

ように配置され、（ディスク延長部が羽根に接触しないよう）羽根972および



974の直線状の内側エッジの間のギャップに対応し（このギャップ以下で、好ましくは若干薄い）厚みを有する。羽根978は従来技術の羽根916の流れの向きを再び定める（反転）機能を奏し、（ディスク延長部980を含む）ステータの周辺方向の伸長部は従来技術のシュラウド（922, 924）の流れの向きを定める機能を奏す。本実施例ではディスク伸長部980のラジアル幅はインペラーからタービンへの（例えばゾーンZ2の幅を増すようにディスク伸長部を短くすることにより）流れを増し、（例えばゾーンZ2の幅を狭くするようディスク伸長部を長くすることにより）インペラーからタービンへの流れを少なくできる。このようにインペラーとタービンとの間の流体力学的結合の作動（エネルギー交換特性）を容易に制御し、異なる状況（道路の運転状況、レース等）に合わせて変更される。例えば主に高速で駆動され、停止と発進を繰り返す必要の内、自動車に対しては、エンジンの中高域のRPMでインペラーからタービンへの流体の最大の流れを可能にするよう、ディスク延長部を短くすることが好ましい。

上記のように、伸長させたステータを使用するシュラウドレスの実施例では、羽根を十分に剛性にし、シュラウドによってその内側エッジを安定化する必要がないようにすることが好ましい。本明細書に開示した中空羽根はこの条件を満たすが、本発明の範囲内では本発明のステータと共にモノリシック（中空でない単一層の）羽根を含む剛性羽根を有利に使用する。本発明のステータの顕著な特徴は、上記の従来技術のステータと対照的に（例えば第9図参照）、（インペラーボウルとタービンボウルとの間、およびこれらそれぞれのボウルの羽根の間に配置された）ステータが羽根の少なくとも径方向の中間点まで径方向に延びる。従来技術のステータ（906）の径方向の幅は羽根（912, 914）の径方向の中間点に配置されたシュラウド（922, 924）によって制限されている。

#### へりの構成およびラミネート化

上記第5A図、第5B図および第5C図では、2つの部品のうちの一方向のエッジを2つの部品のうち他方の表面に接合することにより、2つの金属部品を共に接合できることが実証されている。この技術は、インペラーアセンブリのボウルに羽根を接合する技術に特に対応している。すぐ次に説明が続く第10A図お

よび第10B図では、別の構造の2つの部品の接合に本発明を適用できることが実証されている。

第7A図は、金属製の、本例では平らな2つの部品1002および1004のへりを共に形成するための技術700を示す。本発明の接合技術はこの目的を実行するのに有利に使用されている。金属製の部品1002のエッジ部分1006は、他方の金属製部品1004の対応するエッジ1008を（注意深く）越えて延びており、この部品1002の延びたエッジ部分1006は、（例えば180度、すなわちほぼ自らの上に折り曲げられるよう曲げられ）部品1004の（内側のエッジ1008からの）エッジ部分を捕捉するようになっている。

接合材料1010、好ましくは本発明に従った組成を有する低温接合材料（上記手段のいずれかにより）部品1002の端部のエッジ1012およびこのエッジ1012の直下の部品1004の領域1014に形成された接合部に沿って配置されている。

レーザー1020は接合材料1010に（レーザーから出る矢印が示すように）エネルギーのビームを向け、（i）接合材料の細長いストリップに沿って進み、2つの部品1002と1004の接合を行うか、（ii）上記のように自己持続性接合材料の反応を開始する。

このようなへりの形成および低温接合により2つの金属部品を共に接合する技術による、大規模な本体加熱を行うことなく2つの金属製部品を接合することが可能となり、大規模な本体加熱を回避できることから、本発明の種々の利点を得られる。

第10B図は、本例では平らな金属製の2つの部品1052および1054を共にラミネートするための技術1050を示す。この目的を達成するために本発明の接合技術が有利に使用できる。

接合材料、好ましくはこれまで開示した本発明の技術に従った組成を有する自己持続性接合材料の薄い層1060が部品1052の表面1056と、部品1052の対向する表面1058の間に配置されている。このような金属と接合材料と金属の挟持体をオープンに入れ、接合ペーストを溶融し、2つの金属部品を接合することができる。しかしながら、かかる大規模な本体加熱の結果、上記のよ

うなマス加熱のすべての欠点が生じることとなる。

本発明によれば、接合材料の剥き出しのエッジに（レーザーから出る矢印が示すように）ビームを向けるレーザー1070により、ラミネートすべき金属製部品間に挟持された接合材料の反応を開始する。自己持続性の接合材料から成る、アクセスできない（すなわち2つの金属製部品間に挟持されている）層全体は、その層の一部の反応に作用する。

例えばラミネート化および低温接合などにより2つの金属部品を共に接合するこの技術により、大規模な本体加熱を行うことなく、2つの金属製部品を接合することが可能となり、大規模な本体加熱を回避したことにより本発明の種々の利点を得られる。

#### テープ送りシステム

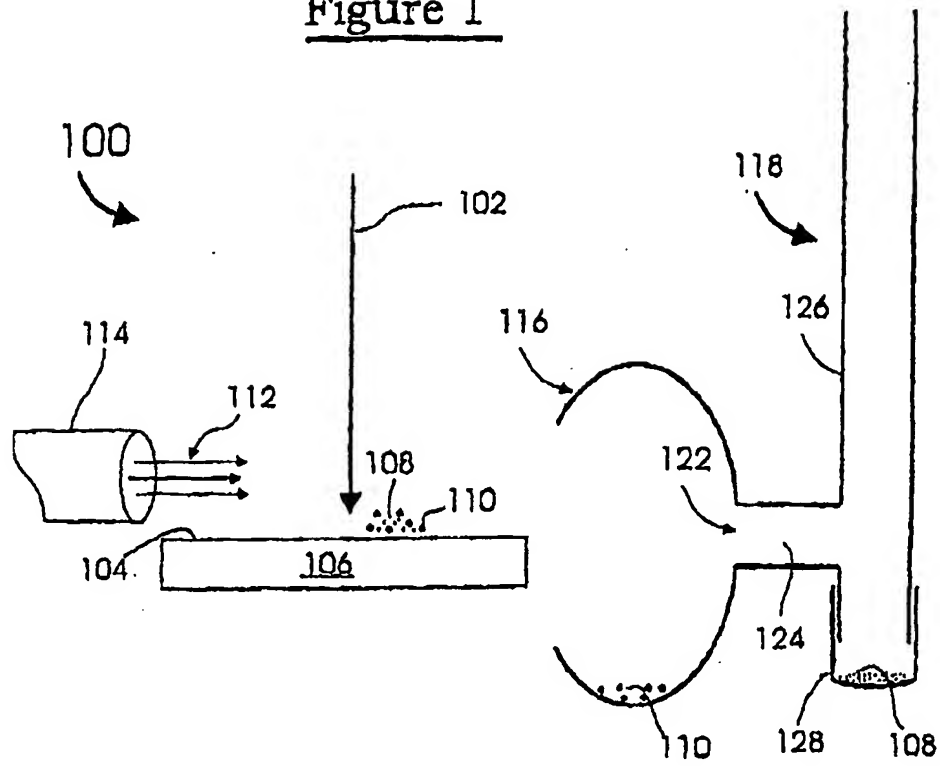
上記のように、接合材料は粉体として送り、ペーストとして塗布し、エアロゾルとして噴霧し、接合すべき部品の接合部にテープとして貼り付けできる。

第11A図は、現場での接合を実施するのに良好に適した2層式テープ1100を示す。2層式（2部分式）テープ1100は、アルミ（またはナノスケールのアルミニウム粒子と組み合わせられた犠牲的キャリア）から形成された第1部分1102と、酸化剤（例えば過酸化物）を有する第2部分1104とを有する。

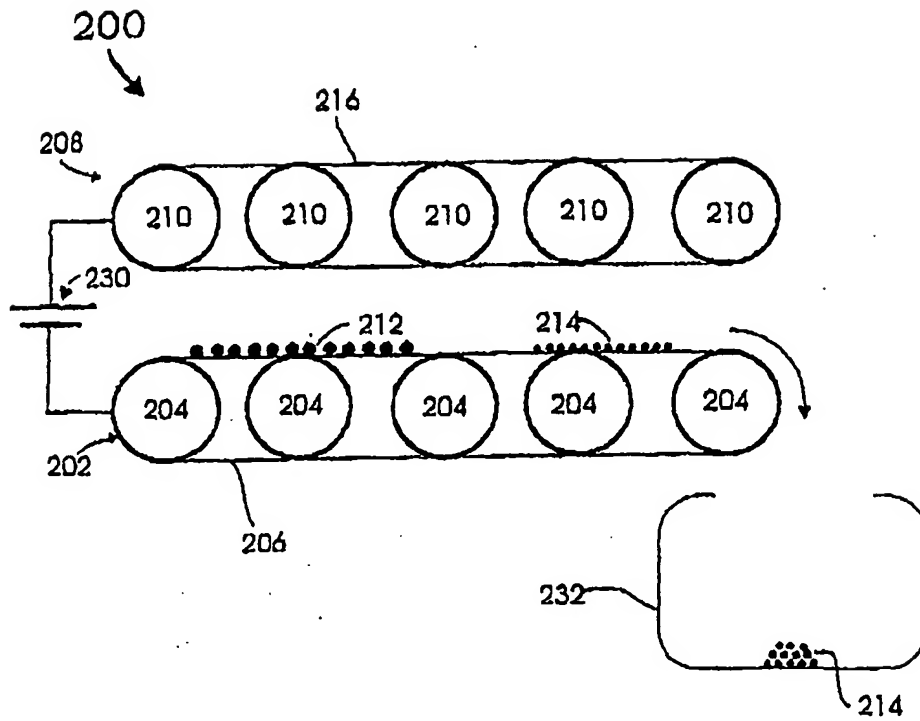
第11B図は第1アルミ部分1122（比較部分1102）と、第2酸化剤部分1126（比較部分1104）と、過酸化物と組み合わせられた微孔性発泡材料から成る第3部分1124とを有する第3部分式テープ1120を示す。

添付図面およびこれまでの説明において本発明を示し、詳細に説明したが、この説明は単なる解説のためのものにすぎず、特徴を制限するものではなく、単なる好ましい実施例として示し、記載したものであり、本発明の精神の範囲内にあるすべての変形例および変更例を保護することを求めるものであると理解すべきである。

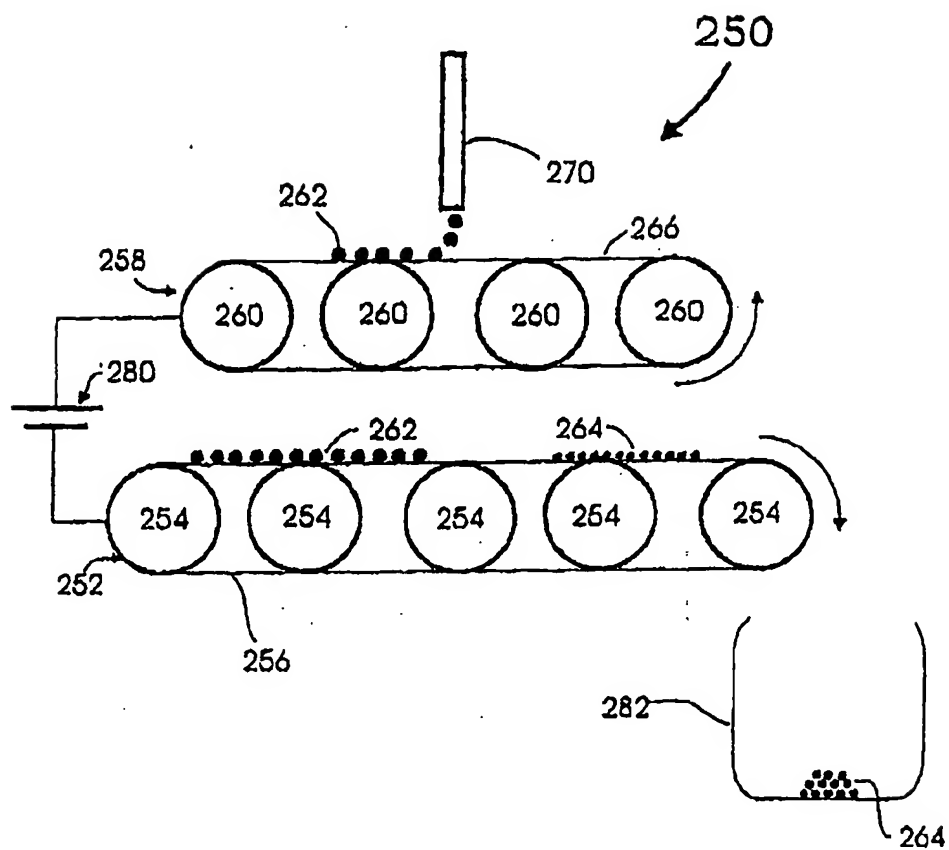
【図1】

Figure 1

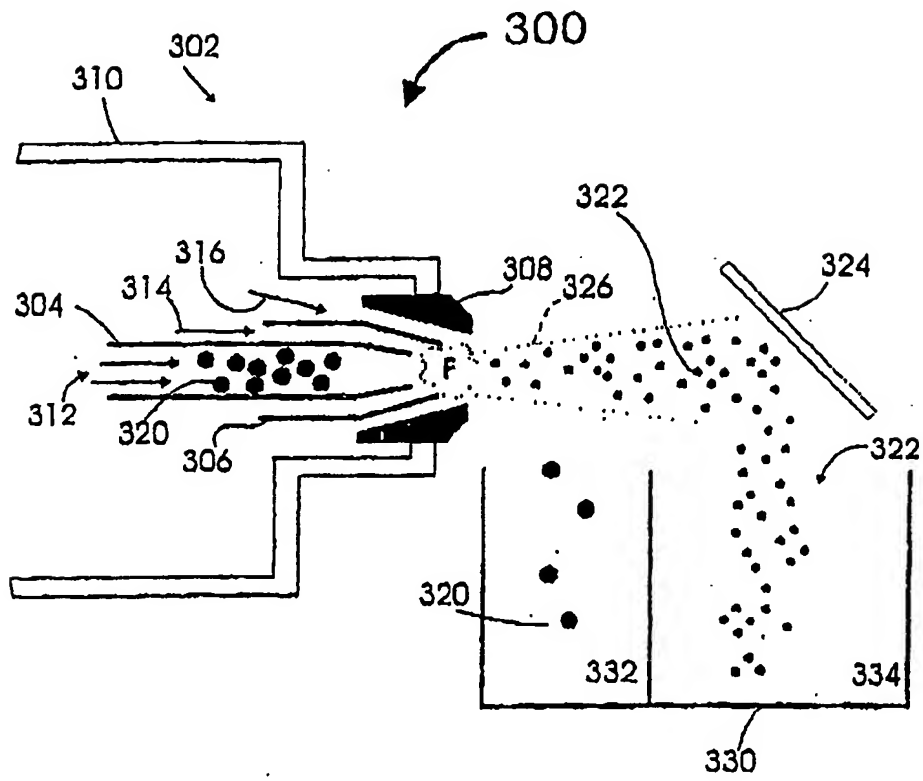
【図2】

Figure 2A

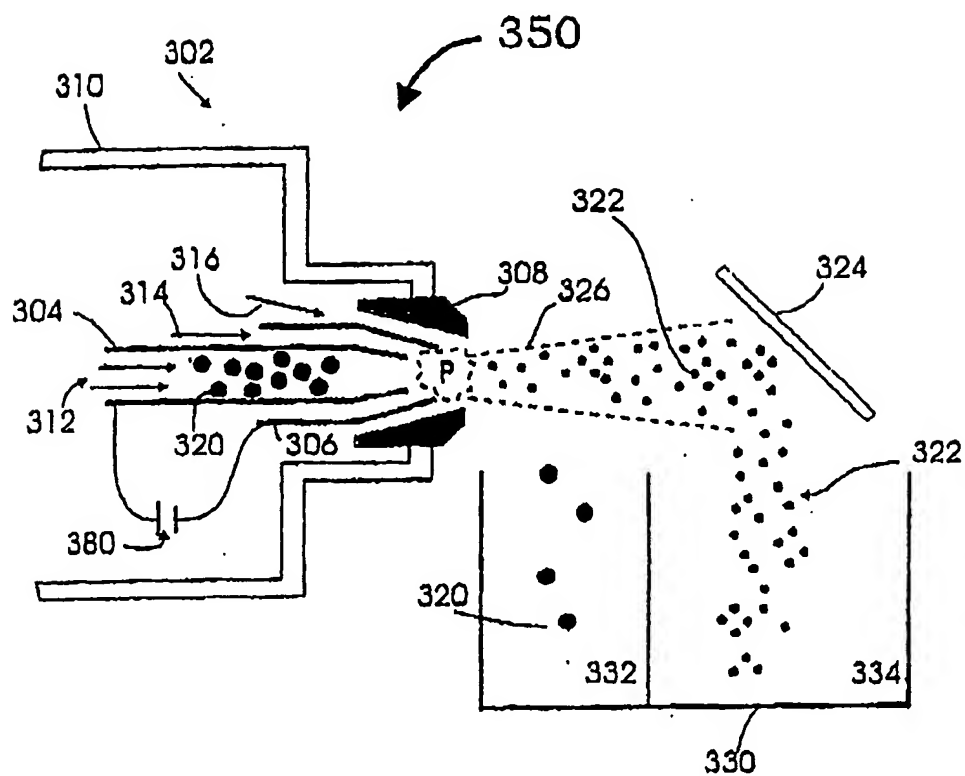
【図2】

Figure 2B

【図3】

Figure 3A

【図3】

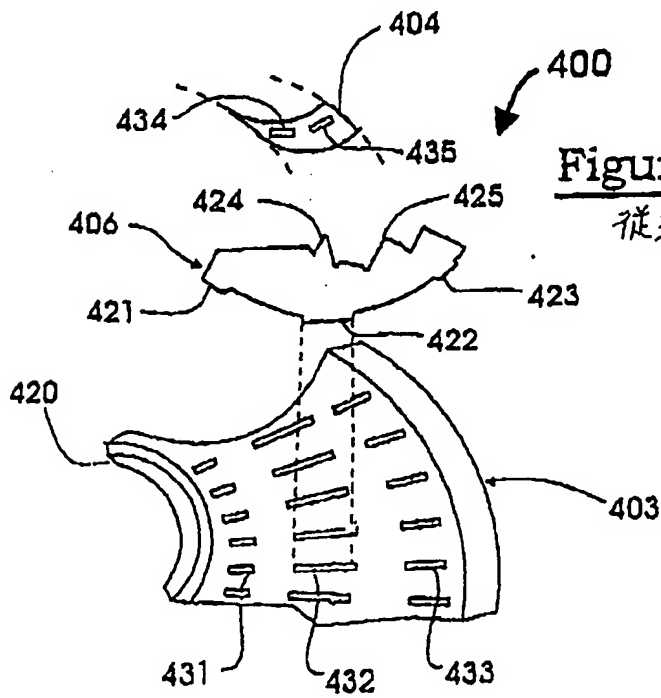
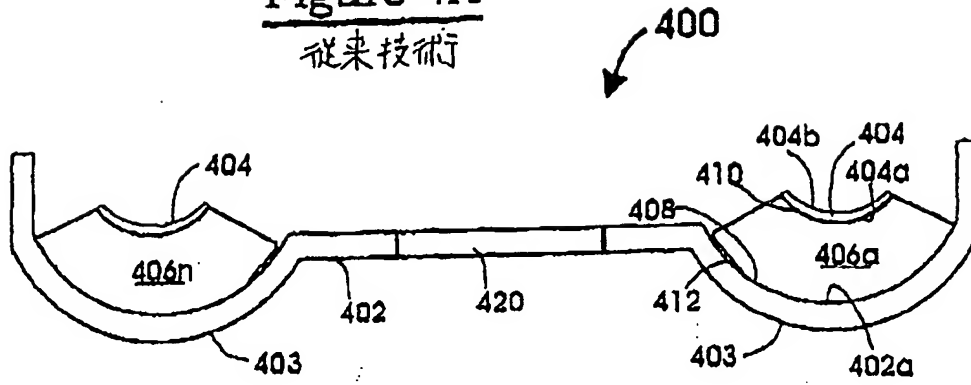
Figure 3B



【図4】

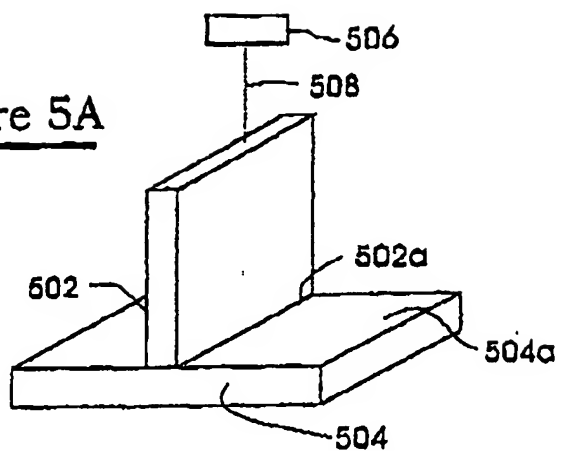
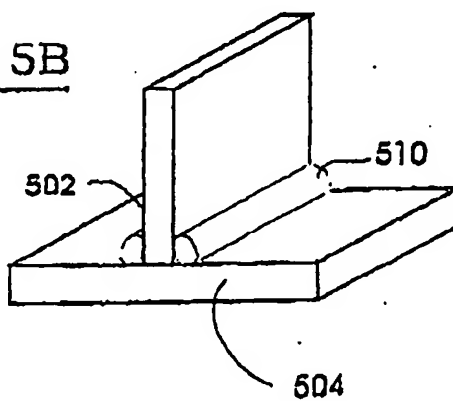
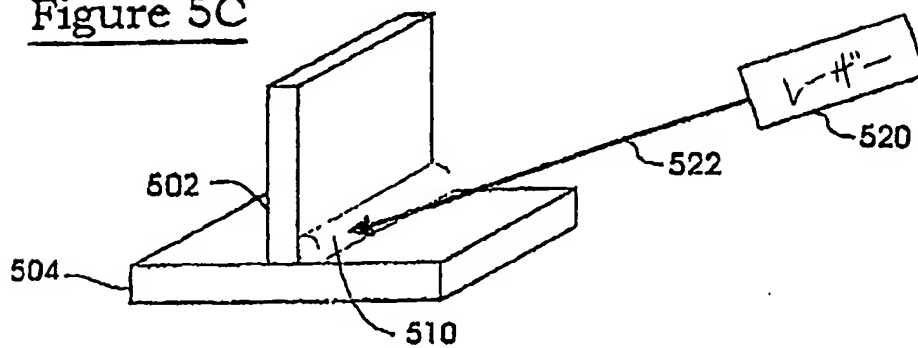
Figure 4A

従来技術

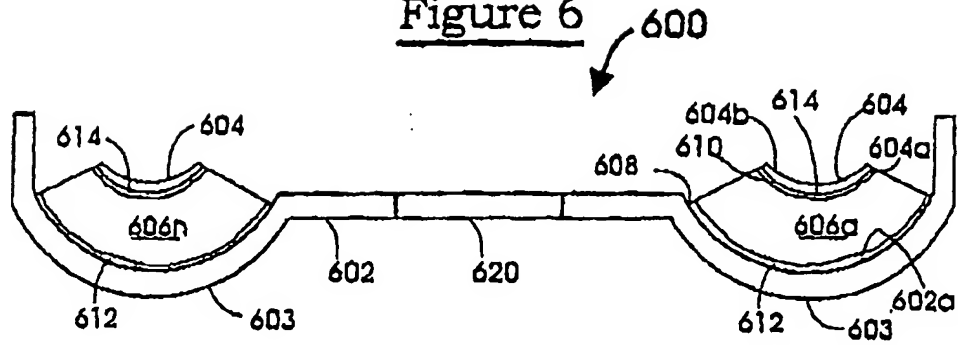
Figure 4B

従来技術

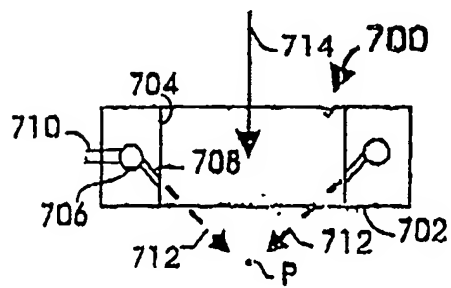
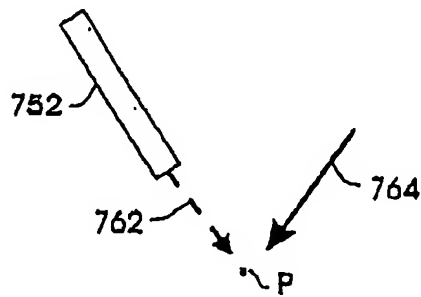
【図5】

Figure 5AFigure 5BFigure 5C

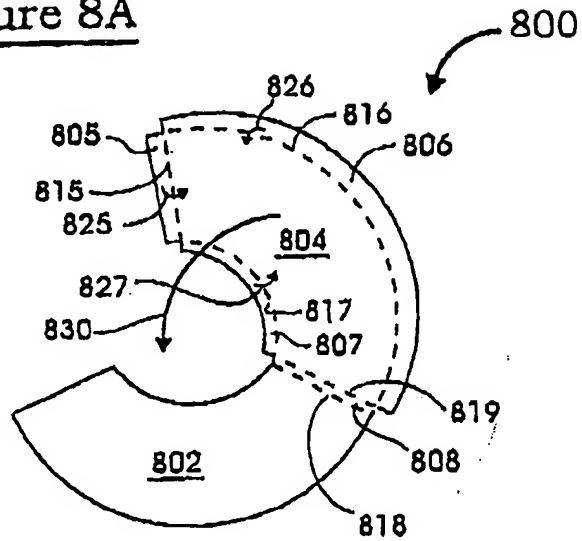
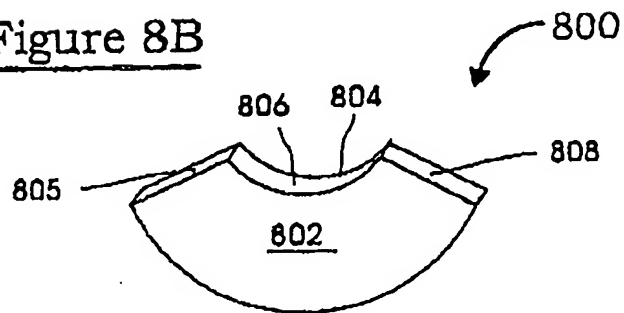
【図6】

Figure 6

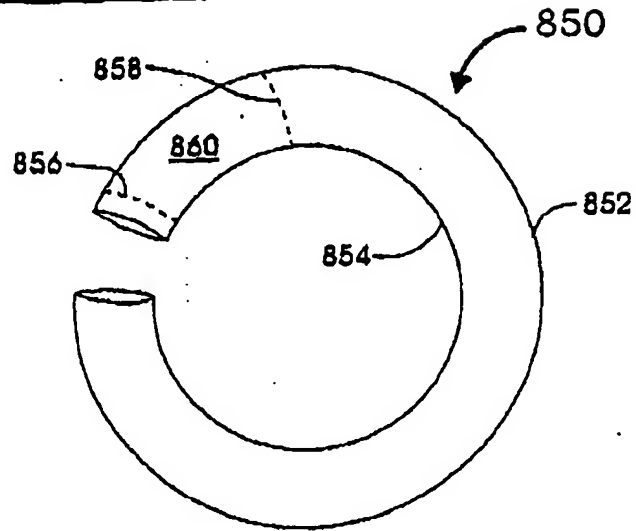
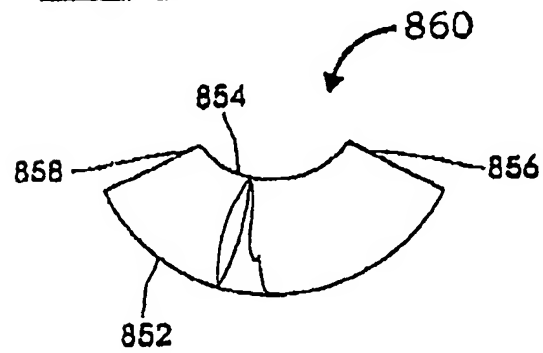
【図7】

Figure 7Figure 7A

【図8】

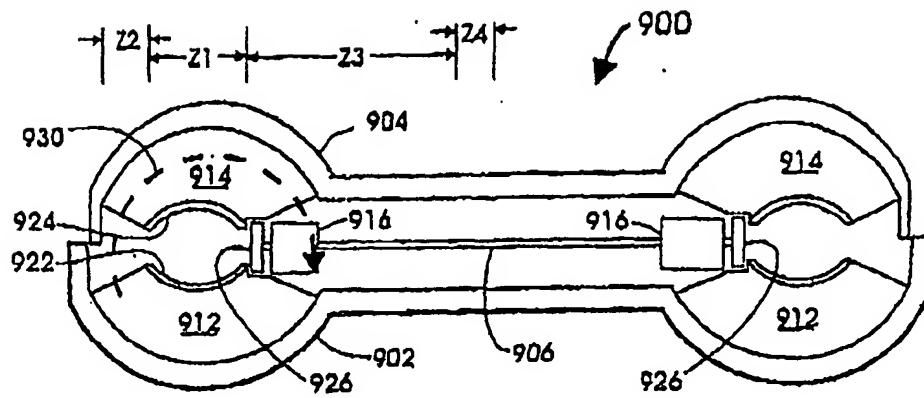
Figure 8AFigure 8B

【図8】

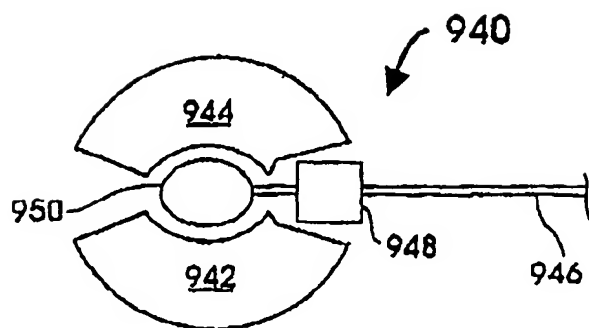
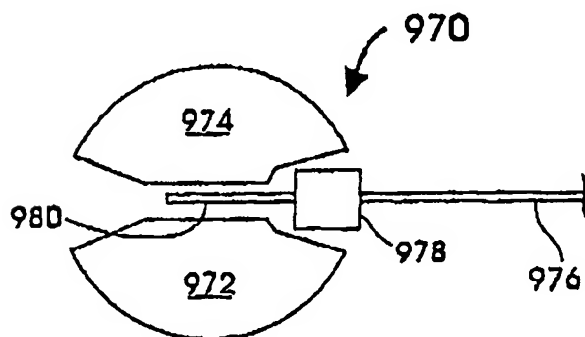
Figure 8CFigure 8D

【図9】

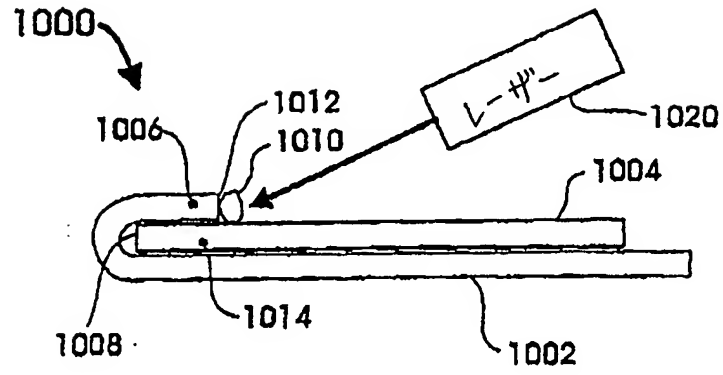
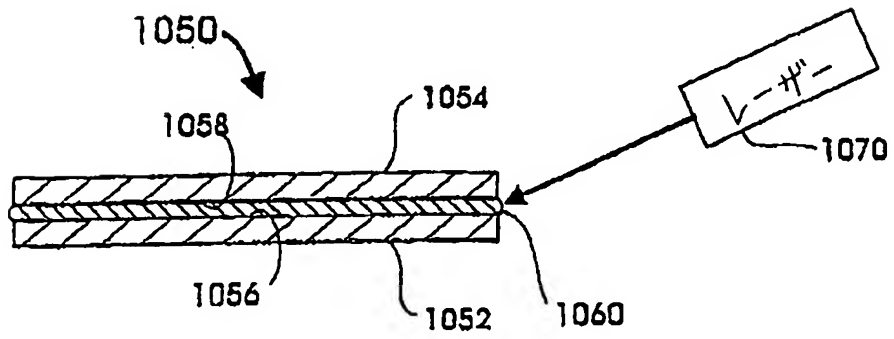
**Figure 9**  
従来技術



【図9】

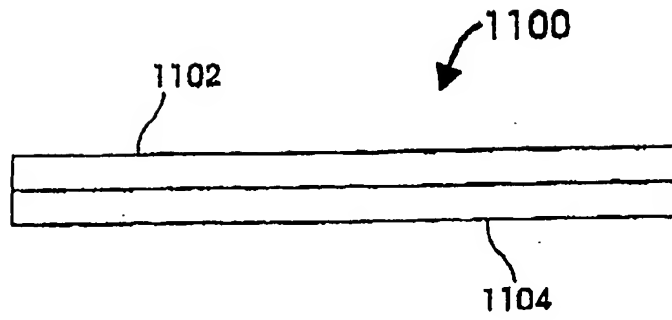
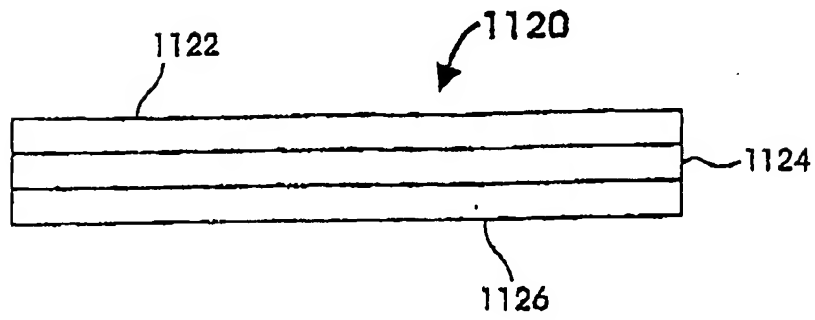
Figure 9AFigure 9B

【図10】

Figure 10AFigure 10B



【図11】

Figure 11AFigure 11B

## 【國際調查報告】

REVISED  
VERSION

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US95/10815

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : B22F 9/14; B23K 9/00, 26/14; B32B 15/04; F16D 33/00 US CL : Please See Extra Sheet. According to International Patent Classification (IPC) or in both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : Please See Extra Sheet. Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electrode data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, A, 4,289,952 (HAGGERTY) 15 September 1981, see columns 5 and 6.	1-11, 19, 20
X	US, A, 4,556,416 (KAMIJO et al.) 03 December 1985, see columns 3 and 4	1-10, 20
X	US, A, 4,619,691 (ARAYA et al.) 28 October 1986, see entire document.	1-10, 20
X	DE, A, 2,523,049 (CATERPILLAR TRACTOR) 01 April 1976, see Abstract.	1-11, 18, 20
X	JP, A, 2-30705 (RIKAGAKU KENKYUSHO) 01 February 1990, see Abstract and Figures 1 and 2.	1-3, 7-10, 20
X	US, A, 5,073,193 (CHAKLADER et al.) 17 December 1991, see entire document.	1, 11, 15-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 MARCH 1996		Date of mailing of the international search report 22 APR 1996
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20531 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer: <i>George Wyszomierski</i> GEORGE WYSZOMIERSKI Telephone No. (703) 308-2531

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US95/10815

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE, A, 1,941,011 (NATIONAL RESEARCH) 19 February 1970, see Abstract.	1, 11, 15-20
X	WO, A, 92/14576 (IDAHO RESEARCH) 03 September 1992, see entire document.	1, 11, 15-20
X	JP, A, 4-350106 (NISSHIN FLOUR) 04 December 1992, see Abstract.	1, 11, 15-20
X	WO, A, 93/02787 (TETRONICS RESEARCH) 18 February 1993, see entire document.	1, 11, 15-20
X	US, A, 4,689,075 (UDA et al.) 25 August 1987, see columns 3-6.	1, 11, 12, 15-20
-- Y		13, 14
X	US, A, 4,812,166 (SAIKI et al.) 14 March 1989, see entire document.	1, 11, 12, 15-20
-- Y		13, 14
X	US, A, 5,062,936 (BEATY et al.) 05 November 1991, see entire document.	1, 11, 12, 19, 20
-- Y		13, 14
Y	US, A, 5,282,880 (OLSON) 01 February 1994, see entire document.	13, 14
X	US, A, 4,835,357 (SCHALK) 30 May 1989, see columns 3-6.	29-34, 36, 38, 39
X	US, A, 4,071,652 (BRULLO) 31 January 1978, see entire document.	53
X	JP, A, 01-172279 (TOKINA ET AL.) 07 July 1989, see Abstract.	21, 22, 26, 28-33, 39, 40
-- Y		23-25, 47
X	US, A, 4,058,459 (GRIFFIN) 15 November 1977, see entire document.	29-33, 39, 40
-- Y		36-38, 41, 42
X	US, A, 3,890,168 (SHUMWAY) 17 June 1975, see entire document.	29, 30, 35, 39
-- Y		21-26, 28

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/J395/10815

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X -- Y	US, A, 4,634,832 (MARTYR) 06 January 1987, see columns 5-10.	29-31 ----- 36-39
X -- Y	US, A, 2,336,231 (DODGE) 07 December 1943, see drawing figures and claims.	43-46, 48-52 ----- 47
Y	JP, A, 04-162974 (HITACHI) 08 June 1992, see Abstract and drawing figures.	41, 42
A	US, A, 5,113,654 (SAHASHI) 19 May 1992, see entire document.	43-52

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US95/10815

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

US CL :

75/ 336, 345, 346; 219/ 69.1, 85.2, 121.59, 121.6, 121.85; 228/ 244, 246, 248.1; 264/10; 416/ 180, 197C, 213A;  
428/ 328, 329, 457

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched

Classification System: U.S.

75/ 331, 336, 345, 346; 219/ 69.1, 121.13, 121.14, 121.37, 121.38, 121.59, 121.6, 121.63, 121.64, 121.65, 121.66,  
121.69, 121.85; 241/ 1, 23; 264/10

## BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING

This ISA found multiple inventions as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claims 1-20, drawn to a method,  
Group II, claims 21-28, drawn to a joining material,  
Group III, claims 29-42, drawn to a method of joining,  
Group IV, claims 43-52, drawn to an automatic transmission assembly, and  
Group V, claim 53, drawn to a tape.

The inventions listed as Groups I through V do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Group I relates to targeting an energy source at a target material in order to produce a powder. Group II relates to nanoscale particles of an exothermic material. Clearly, no special technical feature relates these two groups of claims.

Group III relates to a method of joining components by positioning two components adjacent each other, providing a joining material at a junction between the two components, and directing an energy source at the junction, e.g. a welding process. Clearly, no special technical feature relates this group of claims to either the powder production method of Group I or the nanoscale exothermic material of Group II.

Group IV relates to an automatic transmission bowl assembly, which implies special technical features not relevant to any of those of Groups I, II, or III.

Group V relates to a two layer tape. None of the special technical features necessary for the invention of any of Groups I, II, III, or IV are of pertinence to the invention of Group V.

## フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
C O I B	21/064	C O I B	21/064 M
	21/076		21/076 Z
	31/30		31/30
	33/18		33/18 Z
C O I F	5/02	C O I F	5/02
	7/30		7/30
	11/02		11/02 Z
	17/00		17/00 A
C O I G	23/04	C O I G	23/04 B
	49/00		49/00 H
F I 6 H	41/28	F I 6 H	41/28

(31)優先権主張番号 08/366, 782

(32)優先日 1994年12月30日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, MW, SD, SZ, UG), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN

(72)発明者 ターチャン, マニユエル, シー  
アメリカ合衆国48167 ミシガン州ノース  
ビル, クレストビュー 42288

## 【要約の続き】

レーザー)のような源からの、或いは火炎、アーク、プラズマ等によるエネルギーが、結合材料に沿って移動され結合材料の全部を反応させるか、結合材料が自律反応型であり且つ単純にエネルギー源による結合材料の選択された部分の点火を必要とするかである。工程の模範的適用において、好適には低温結合材料を使用して、翼はボール及び/又は自動変速機ボール(インペラー或いはタービン)組立体のシュラウドにロウ付けされる。結合材料とエネルギーを供給するシステムが記載される。窪み翼の製作が記載される。シュラウドボール要素の製造と、シュラウドの機能を包含するステーター要素とが記載される。